

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO**

**CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DAS ÁREAS ÚMIDAS E DE PRESERVAÇÃO  
PERMANENTE DA PORÇÃO DE ALTO E MÉDIO CURSO DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO UBERABINHA – MG COM A APLICAÇÃO DE  
TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

**FABIANO ALVES BORGES**

**UBERLÂNDIA/MG  
2012**

**FABIANO ALVES BORGES**

**CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DAS ÁREAS ÚMIDAS E DE PRESERVAÇÃO  
PERMANENTE DA PORÇÃO DE ALTO E MÉDIO CURSO DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO UBERABINHA – MG COM A APLICAÇÃO DE  
TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

**Área de Concentração: Geografia e Gestão do Território**

**Orientador: Professor Dr. Luiz Nishiyama**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

- B732c    Borges, Fabiano Alves, 1984-  
2012      Caracterização temporal das áreas úmidas e de preservação permanente  
da porção de alto e médio curso da bacia hidrográfica do rio Uberabinha –  
MG com a aplicação de técnicas de geoprocessamento / Fabiano Alves  
Borges. - 2012.  
135 f.: il.
- Orientador: Luiz Nishiyama.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa  
de Pós-Graduação em Geografia.  
Inclui bibliografia.
1. Geografia - Teses. 2. Geoprocessamento - Teses. 3. Bacias  
hidrográficas - Teses. I. Nishiyama, Luiz. II. Universidade Federal de  
Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

---

CDU: 910.1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Programa de Pós-Graduação em Geografia



FABIANO ALVES BORGES

CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DAS ÁREAS ÚMIDAS E DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA PORÇÃO DE ALTO E MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO UBERABINHA – MG COM A APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Professor Dr. Luiz Nishyama (Orientador) - UFU

Prof. Dr. Jorge Luís Silva Brito – UFU

Professora Doutora Ângela Maria Soares - UFTM

Data: 20 / jan. de 2012

Resultado: Aprovado

*À minha mãe Arisontina, pelo apoio irrestrito  
e constante, e à Raffaella, pelo apoio, carinho  
e compreensão.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado forças para enfrentar essa jornada e superar os desafios.

À Universidade Federal de Uberlândia e ao Programa de Pós Graduação em Geografia pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que forneceu recursos com a concessão de bolsa.

Ao orientador, professor e amigo Luiz Nishiyama, pelo imenso conhecimento compartilhado, pela dedicação irrepreensível e pela paciência com que teve durante a realização da dissertação de mestrado.

Ao professor Dr. Jorge Luis Silva Brito, sempre prestativo, que contribuiu com valiosas sugestões dadas neste trabalho, pelos importantes auxílios na parte de cartografia e sensoriamento remoto.

A professora Dra. Ângela Maria Soares por compartilhar idéias, sugestões e ensinamentos tanto na dissertação como em saídas a campo, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Roberto Rosa pela constante ajuda na área de geoprocessamento e a professora Msc. Eleuza de Fátima Lima pela contribuição em sanar dúvidas sobre a metodologia empregada, especialmente em fotointerpretação e registro.

Aos demais professores do Instituto de Geografia, em especial do Museu de Minerais e Rochas, Adriano Rodrigues dos Santos, Marcos H. de Oliveira Souza e Manfred Fehr.

A coordenadora da Pós Graduação Rita de Cássia Martins de Souza, e as secretárias do Programa Dilza Cortez Ramos e Cynara da Costa M. Silva.

A Maria Beatriz pelo suporte e apoio que muito contribuíram para esse trabalho.

A minha mãe Arisontina Alves Rosa, aos meus irmãos Patrícia Alves Borges e Leonardo Alves Borges, e a minha avó Lucília Nunes Borges, que sempre me apoiaram nas minhas decisões. Souberam lidar com os momentos de ausência.

A minha namorada Raffaella Fernandes Borges que muito me ajudou na realização da dissertação com idéias, trabalhos braçais e mapas. Pelo companheirismo, carinho e apoio irrestrito, me ajudou a enfrentar e superar os momentos de tribulações.

Ao Celso Lourenço Borges e a Marília de Almeida Fernandes pelo imenso apoio e pela confiança depositada, importantíssimos durante a realização do curso de mestrado.

Ao Rogério Marcucci, Miriam Fernandes Marcucci, Diogo Fernandes Marcucci e a Wanda Lilian de Almeida Fernandes, que proporcionaram momentos inesquecíveis e me deram muito apoio, sendo bastante importantes para a superação dos desafios.

Ao Marcelo Borges Amorim e a Maria Tereza Miranda Amorim que me deram apoio e me incentivaram sempre a enfrentar os momentos difíceis.

A Betânia Côrtes Bortolozo do Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia que contribuíram ao ceder gentilmente imagens de satélite IKONOS 2.

Ao amigo Waldemiro Paulino de Lima, pelo auxílio e acompanhamento nas saídas a campo, e também pelos momentos de descontração.

Aos amigos Fabrício Silvério Flauzino e Geraldo Silvio Ferreira pela contribuição com idéias produtivas e com o fornecimento de material cartográfico.

Aos colegas da Geografia com quem compartilhei aprendizados, em especial, ao Luiz Fernando M. de Oliveira, Naiara C. Azevedo Vinaud, José Hermano Almeida Pina e ao Dalton L. Ferreira, pelos momentos de produção de conhecimento e de descontração.

Aos colegas do curso de Agronomia UFU Raimundo Geraldo Ferreira, Olímpio A. da Silva Júnior, Matteus Kássio Gomes e João Carlos S. Ferreira pelo apoio.

## RESUMO

As intensas modificações ocorridas nos últimos cinquenta anos, no tocante ao meio ambiente, desencadearam a necessidade intangível de desenvolver estudos que possibilitem o entendimento da dinâmica territorial, sobretudo, ambiental, os quais vislumbram uma gestão menos agressiva aos recursos naturais. Dentro dessa perspectiva, as atividades antropogênicas promoveram, nesse período, uma expansão do uso e ocupação do solo que atingiu lugares antes inóspitos, como evidenciado em inúmeras áreas de cerrado. Essa expansão intensa, aliada a aplicação de determinadas políticas públicas sem o devido conhecimento, proporcionou o avanço não só em áreas não produtivas como também em áreas úmidas, tão importantes para o equilíbrio ambiental. Áreas que passaram a ter o respaldo mais eficiente da legislação ambiental a partir dos anos de 1960, como áreas úmidas e áreas de preservação permanente estão entre os locais que merecem proteção em detrimento da supressão e descaracterização indiscriminada, mesmo contra o que determina a legislação. O presente estudo teve como objetivo realizar uma caracterização temporal das áreas úmidas e de preservação permanente na bacia do rio Uberabinha, nas porções de alto e médio curso. Para tanto, foram utilizadas fotografias aéreas de 1964 e imagens de satélite de 2009, que possibilitaram uma comparação temporal dessas áreas bem como caracterizar o estágio de ocupação das áreas de interesse nessa porção da bacia. As fotografias aéreas permitiram observar que a ocupação do solo naquela época era constituída basicamente por cerrado e áreas destinadas a pecuária extensiva, contexto completamente diferente daquele verificado nas imagens de 2009. Técnicas de geoprocessamento que incluem áreas como o processamento digital de imagens, sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas e cartografia digital, serviram como ferramentas bastante importantes que auxiliaram efetivamente nas análises das informações. Os resultados mostraram a necessidade de tomada de atitudes contra a supressão contínua das áreas úmidas, uma vez que essa prática pode desencadear problemas muito graves no suprimento público de água para a cidade de Uberlândia-MG. Os maiores impactos estão associados a atividades agropecuárias, especialmente a agricultura.

**Palavras-chave:** Áreas úmidas, áreas de preservação permanente, geoprocessamento.



## ABSTRACT

The enormous changes that have occurred over the past fifty years, with regard to the environment, intangible triggered the needed to develop studies that increase the understanding of territorial dynamics, primarily environmental, which envision a less aggressive management of natural resources. Within this perspective, the anthropogenic activities promoted in this period, an expansion with the use and occupation of land before reaching inhospitable places, as evidenced in numerous areas of Brazilian savannah. This strong growth, coupled with public policies without due notice, provided the breakthrough not only in non-productive as well as in wetlands, so important to the environmental balance. Areas that now have the most efficient support of environmental legislation from the 1960s, such as wetlands and areas of permanent preservation are among the places that deserve protection at the expense of indiscriminate suppression and distortion, even against that required by law. This study aimed to perform a temporal characterization of wetlands and permanent preservation in the Uberabinha river basin in portions of upper and middle course. For this purpose, we used photographs areas of 1964 and 2009 satellite images that allowed a temporal comparison of these areas as well as characterizing the state of occupation of areas of interest in this portion of the basin. The aerial photographs allowed the observation that the occupation of the land at that time consisted mainly of savannah and areas for livestock farming. Context completely different from the ones working in the images of 2009. geoprocess techniques that include areas such as digital image processing, remote sensing, geographic information systems and digital mapping, served as very important tools that helped in the analysis of information effectively. Results showed that attitudes need to be taken against the continuous removal of wetlands, since this practice can trigger serious problems in public water supply for the city of Uberlândia, MG State. The largest impacts are associated with agricultural activities, especially agriculture.

**Keywords:** wetlands, areas of permanent preservation, geoprocess.

## LISTA DE FOTOS

01.	Detalhe do Campo hidromórfico no vale do ribeirão Beija-Flor	90
02.	Vista de cima do vale do mesmo local que a foto 01	90
03.	Vista de cima do vale do ribeirão Bom Jardim	91
04.	Covoal de cabeceira do afluente do córrego Rancharia	101
05.	Estrada vicinal que corta o covoal e o curso d'água	102
06.	Afluente do córrego Rancharia onde ainda seria área de nascente	102
07.	Uso de covoal para atividade pastoril	107
08.	Estrada que corta o ribeirão Beija Flor	107
09.	Dreno em área úmida incorporada à agricultura	109
10.	Dreno aterrado em área úmida incorporada à agricultura	110
11.	Dreno aterrado em área úmida incorporada à agricultura	111
12.	Rejeito de exploração da extração de argila	117
13.	Lagoa formada por cava de exploração	118
14.	Exposição da zona freática por cava de exploração	118
15.	Depósito de argila para secagem	119

## **LISTA DE FIGURAS**

01.	Principais tipos de vegetação do Cerrado	61
02.	Exemplo de fotografia aérea em processo de registro	75
03.	Área de nascente do afluente do córrego Rancharia em 1964	103
04.	Área de nascente do afluente do córrego Rancharia em 2009	104
05.	Área úmida em 1964	105
06.	Área úmida incorporada à atividade agrícola em 2009	105

## **LISTA DE MAPAS**

01	Localização da área de estudo	24
02	Base Cartográfica	71
03	Carta imagem da área de estudo no ano de 2009	81
04	Foto carta da área de estudo no ano de 1964	82
05	Áreas Úmidas de 1964	85
06	Áreas Úmidas de 2009	86
07	Covoal de Cabeceira dentro do limite da área úmida	88
08	Áreas de Preservação Permanente de 1964	93
09	Áreas de Preservação Permanente de 2009	94
10	Vegetação em 2009	97

11	Vegetação em 1964	98
12	Áreas de mineração por substâncias minerais	113
13	Áreas de mineração por fases de tramitação dos processos	114

## LISTA DE QUADROS

01.	Comparação do uso e ocupação do solo por período	32
02.	Características das fitofisionomias do Cerrado	61
03.	Chave de fotointerpretação da Imagem RapidEye, bandas 5R4G3B, 2009	78
04.	Chave de fotointerpretação do fotomosaico de fotografias aéreas 1964	78
05.	Representação por área das classes de vegetação	99
06.	Áreas dos diversos processos de tramitação por substância mineral	115
07.	Áreas requeridas para mineração por fase de tramitação dos processos	115

## SUMÁRIO

<b>01</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
	<i>Localização da Área de Estudo</i>	22
	<i>Uso do Solo</i>	25
<b>02</b>	<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>35</b>
	<i>Condições Climáticas</i>	35
	<i>Geologia</i>	37
	<i>Relevo</i>	39
	<i>Solos</i>	42
<b>03</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>46</b>
	<i>Bacia Hidrográfica</i>	46
	<i>Geoprocessamento</i>	48
	<i>Feições de Micro-relevo ou campos de murundus</i>	50
	<i>Áreas Úmidas</i>	52
	<i>Legislação Ambiental em Áreas de Preservação Permanente</i>	54
	<i>Vegetação do Cerrado</i>	58
<b>04</b>	<b>METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS</b>	<b>68</b>
	<i>Levantamento Teórico</i>	68
	<i>Geoprocessamento</i>	68
	<i>Saídas a Campo</i>	79
<b>05</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>84</b>
	<i>Características das Áreas Úmidas e de Preservação Permanente</i>	84
	<i>Mapeamento da Vegetação na Área de Estudo</i>	95
	<i>Impactos Ambientais nas Áreas Úmidas e de Preservação Permanente</i>	100

<b>06</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>121</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>124</b>

## INTRODUÇÃO

As sociedades humanas, de modo geral, se esforçam na tentativa de reduzir os efeitos gerados como consequência das intensas degradações de cunho ambiental ocasionadas pelas próprias ações antropogênicas no ambiente. Embora o homem interfira neste desde os tempos primitivos, foi a partir do crescimento vertiginoso da população e do desenvolvimento industrial que teve o aumento acentuado dessa intervenção no ambiente, ocorrido no final do século XIX.

Já no século XX, especialmente na sua segunda metade, as modificações no ambiente devido a industrialização intensa e a migração da concentração populacional, que antes habitava o campo, para o espaço urbano, possibilitaram mudanças muito rápidas as quais não foram acompanhadas de estudos que permitissem o planejamento adequado do espaço.

Como consequência, o desencadeamento de inúmeros impactos ambientais promoveu uma verdadeira deterioração do ambiente. Nos países de economia emergente, como o Brasil, os reflexos negativos chegaram a um estágio devastador em virtude, muitas vezes, da falta ou da aplicação inadequada de políticas públicas para proteção ambiental e da ausência de sensibilização ambiental presente na cultura da população.

Ao analisarem a relação entre homem e meio ambiente, Guerra e Marçal (2006) descrevem que a expansão de áreas urbanas, as atividades de construção de obras civis, a expansão das atividades agrícolas e pastoris, entre outras atividades alcançam níveis de desenvolvimento, eficiência e domínio tecnológico, muitas vezes, desprovido do processo de organização e planejamento adequado para a sustentabilidade da natureza.

As mudanças abruptas impostas pelas ações antropogênicas são responsáveis por alterar o equilíbrio do sistema ambiental. Para Ross (1990), a natureza apresenta, quase sempre, dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua.

No sentido de manter este equilíbrio por meio da conservação do ambiente natural ou na tentativa de minimizar a degradação decorrente das atividades humanas, foi criada a Lei de nº 6.938 de 1981 que institui a Política Nacional de Meio Ambiente. Embora a vigência pretérita de outras leis importantes relacionadas à conservação do meio ambiente como a nova Lei Florestal sancionada em 1965, foi apenas nas últimas três décadas que a legislação ambiental brasileira foi constitucionalizada. Em 1981, a emanção da Lei de nº 6.938 definiu que o poluidor é obrigado a indenizar os danos ambientais que causar, bem como institui a criação dos Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), os quais obtiveram maiores detalhes de execução nas resoluções 001/86 e 002/86. A Lei nº 6.938 representou um marco importante para a atuação mais efetiva de políticas ambientais no Brasil com a criação da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). A legislação ambiental passou a controlar, por meio do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), instrumentos de conservação do ambiente e normas de uso dos diversos ecossistemas, além de diretrizes que disciplinam atividades potencialmente poluidoras e degradadoras.

Desta forma, a legislação ambiental assume grande importância, pois constitui o aparato legal que disciplina as relações sociais e econômicas, além de impor limites à conduta dos indivíduos e do Estado, constituindo-se assim, em um dos mais importantes instrumentos de gestão ambiental no país.

Entretanto, mesmo a progressão no histórico da legislação ambiental brasileira não é suficiente para garantir a qualidade e equilíbrio do ambiente natural. Isso se deve em razão das mudanças que podem ser consideradas, do ponto de vista ambiental, representar em um



retrocesso, ao invés de evolução. Historicamente, assim como a Lei nº 6.938/81, a Constituição Federativa do Brasil de 1988 capítulo VI artigo 225 e a Lei nº 9.605 de Crimes Ambientais de 1998, além de outros documentos legais, mostra que o degradador é considerado o responsável pelos crimes ambientais praticados, bem como definem as penalidades exequíveis. Na contramão dessa perspectiva, a alteração do novo Código Florestal (Lei 4.771/65) propicia o fim da obrigação de se recuperar áreas de preservação ambiental desmatadas ilegalmente até o mês de julho de 2008.

A reformulação da Nova Lei Florestal, ainda em tramitação, poderá representar um verdadeiro retrocesso na história da legislação ambiental do Brasil.

Como afirma Ahrens (2011), o propósito da lei 4.771 é proteger outros elementos que não apenas as árvores e florestas, as quais tornam-se apenas um meio para se alcançar outros fins, tais como: proteção do solo de erosões; corpos hídricos do assoreamento de detritos resultantes da erosão dos solos e; continuidade de suprimento de e estabilidade dos mercados de lenha e madeiras. Estes são objetivos que deveriam ser atingidos por meio das florestas e as demais formas de vegetação segundo enfatiza Ahrens (2011). Observa-se que não são apenas sobre as formações vegetais que a alteração gira em torno, mas sim, outros importantes elementos que compõem o meio físico e biótico que podem sofrer em decorrência dessa reformulação.

Independentemente da reformulação da Lei 4.771 e mesmo a legislação ambiental brasileira sendo considerada uma das mais avançadas no mundo, como afirma Silva e Zaidan (2007), a sociedade brasileira é desigual e culturalmente formada para utilizar os recursos naturais ao máximo, sem se preocupar com a sua conservação. Este panorama se conjuga com a idéia registrada de considerar os recursos naturais como elementos ilimitados.

Além deste fator, Nascimento e Soares (2005) afirmam que o cumprimento da legislação ambiental do país é dificultado pela falta de agilidade e qualidade de meios e materiais para apurar com rigor as agressões ao meio ambiente. A partir disso, é comumente verificado o descumprimento das leis, havendo utilização indevida de recursos naturais de determinadas áreas, a exemplo da ocupação e exploração em Áreas de Preservação Permanentes (APP) e o desenvolvimento de atividades que resultam na intensa degradação do meio físico e biológico.

O crescimento econômico do Brasil, confundido muitas vezes como desenvolvimento, nos últimos quarenta anos, possibilitou a ocupação de áreas antes consideradas inóspitas no tocante a atividades produtivas.

Inserido nesse panorama, o bioma cerrado na região do Triângulo Mineiro vem sofrendo nestas últimas décadas os efeitos da intensa deterioração dos recursos naturais, potencializados inclusive, em consequência das inserções de políticas indutoras de crescimento de ordem governamental principalmente nas décadas de 1960 a 1980.

Segundo Nishiyama (2006), a bacia do rio Uberabinha, localizada na região citada, desde essas décadas, passa por grandes alterações decorrentes dos processos de uso e ocupação do meio físico que, geralmente, não são realizados de maneira ordenada, os quais concorrem para a supressão e descaracterização de APP, como pode ser verificada na forma de execução de atividades agrosilvipastoris na referida bacia.

A conservação da qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, além de outros elementos, está relacionada com a vegetação dessas áreas e o equilíbrio ambiental que ela pode ocasionar. A caracterização das APP e das áreas úmidas representam um relevante passo para o conhecimento dessas áreas de proteção e pode contribuir para o conhecimento da dinâmica de outros elementos físicos e biológicos.

A água é uma substância natural indispensável para a sobrevivência das mais diversas espécies de vida do planeta. Para as sociedades humanas, é também imprescindível para o seu desenvolvimento. Porém, a água não se encontra uniformemente distribuída sobre a superfície terrestre, o que faz com que milhões de pessoas sobrevivam em condições de escassez crônica. A distribuição desuniforme da água, aliada, muitas vezes, à ausência de cuidados com a sua contaminação e poluição, tem levado diversos países em todo o mundo, independentemente do seu desenvolvimento tecnológico, à carência de água em quantidade e qualidade.

A bacia do rio Uberabinha possui uma grande importância para a cidade de Uberlândia-MG em função da importância do seu sistema de mananciais que abastecem sua população, que constitui a única fonte de abastecimento de água desta cidade. O suprimento público de água ocorre por meio de duas estações de captação e tratamento de água (ETA): Sucupira, localizada no alto curso do rio Uberabinha, e a estação de Bom Jardim, localizada no médio curso do rio.

O abastecimento de água captado na bacia do Uberabinha ocorre devido à qualidade das águas do manancial e também devido à proximidade dos cursos d'água do o núcleo urbano.

O município de Uberlândia possui uma demanda relativamente grande por água tanto para o abastecimento público e quanto para o desenvolvimento de suas atividades econômicas. Segundo dados censo demográfico levantado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), Uberlândia possuía uma população de 604.013 habitantes, dos quais 587.266 habitantes moravam na área urbana, e a taxa de crescimento é da ordem de 3% ao ano (IBGE, 2010). O consumo médio de água é 5.627.083 m<sup>3</sup> ao mês conforme informações do Departamento Municipal de Água e Esgoto – DMAE (2010).

Segundo estimativa apresentada por Schneider (1996), o rio Uberabinha tinha capacidade para abastecer uma população de até um milhão de habitantes. Tomando como base a estimativa de Schneider (1996), se o consumo de água por habitante se mantivesse nos níveis de 1996, assim como o crescimento da população de Uberlândia, em menos de 10 anos o rio Uberabinha atingiria a sua capacidade máxima de oferta de água. Entretanto, a dinâmica que ocorre nas relações entre sociedade e natureza não são as mesmas que ocorria quando Schneider (1996) elaborou seu trabalho. Dessa forma, o aumento da população, as mudanças nos modos de vida, que envolvem o aumento no consumo de água, e principalmente o uso intensivo das terras agrícolas com o aumento de áreas produtivas e de produtividade, implicam incisivamente na necessidade de estudar o espaço e suas transformações, de maneira a auxiliar o planejamento ambiental para que essas mudanças sejam acompanhadas de estudos para aumentar o entendimento dessa dinâmica e minimizar danos ambientais que estão susceptíveis a ocorrer cada vez que o manejo inadequado acontece.

As rápidas transformações nas formas de apropriação do solo de áreas de Cerrado pelo homem exigem o acompanhamento de estudos que busquem entender essa dinâmica integrada entre este e o meio ambiente, relacionando esta interação e seu desencadeamento e, desta forma, concorrer para que os tipos de uso e exploração dos recursos naturais evitem consequências danosas e irreversíveis não só para a natureza, mas também para a própria sociedade.

Como o estágio atual de utilização dos recursos naturais na bacia do Uberabinha pode colocar em risco sua sustentabilidade, há a necessidade de se realizar estudos que visem à gestão ambiental desta bacia, no intuito de propor possíveis soluções para os problemas ambientais desencadeados pela exploração econômica na área de nascentes do rio Uberabinha.

No contexto atual, a caracterização das áreas úmidas e APP da bacia do Uberabinha com a utilização de geoprocessamento representam uma ferramenta importante em razão da possibilidade de identificar a espacialização da vegetação a nível mais detalhado.

A utilização de técnicas de geoprocessamento para a realização de mapeamento de revestimento do solo constitui-se em um instrumento estratégico para o planejamento ambiental. Segundo Hasenack et al. (1998), as técnicas de análise espacial como o geoprocessamento e sensoriamento remoto facilitam a integração e a espacialização de dados e de um volume de variáveis relativamente grande.

Segundo Rosa (2003), por meio dos sistemas de Sensoriamento Remoto é possível a aquisição de dados diversos, de forma rápida, competitiva e confiável. Oliveira *et al.* (2007) reforçam que o sensoriamento remoto e sistemas de informação geográficas (SIG), têm apresentado atualmente, papel fundamental para o planejamento e tomadas de decisões.

Diante do exposto, a bacia hidrográfica do rio Uberabinha qualifica-se como uma área de estudo que necessita da aplicação de estudos relacionados ao meio ambiente que envolva o uso de técnicas desenvolvidas no âmbito do geoprocessamento aplicado aos instrumentos de planejamento territorial, sobretudo, ambiental.

A carência de informações relacionadas à caracterização dos impactos ambientais com base na legislação ambiental correlata e a possibilidade de aplicação de técnicas de geoprocessamento como ferramenta auxiliar de gestão possibilitaram o interesse em realizar essa pesquisa, na tentativa de buscar um entendimento da relação entre sociedade e natureza e seus desdobramentos.

Desse modo, pretende-se com este trabalho, realizar uma caracterização temporal das áreas úmidas e de preservação permanente no âmbito das porções de alto e médio curso da bacia do

rio Uberabinha. Para tanto, torna-se fundamental utilizar o geoprocessamento como ferramenta para o auxílio no mapeamento das áreas de interesse, de maneira a observar a evolução ocorrida na bacia nos anos de 1964 e 2009.

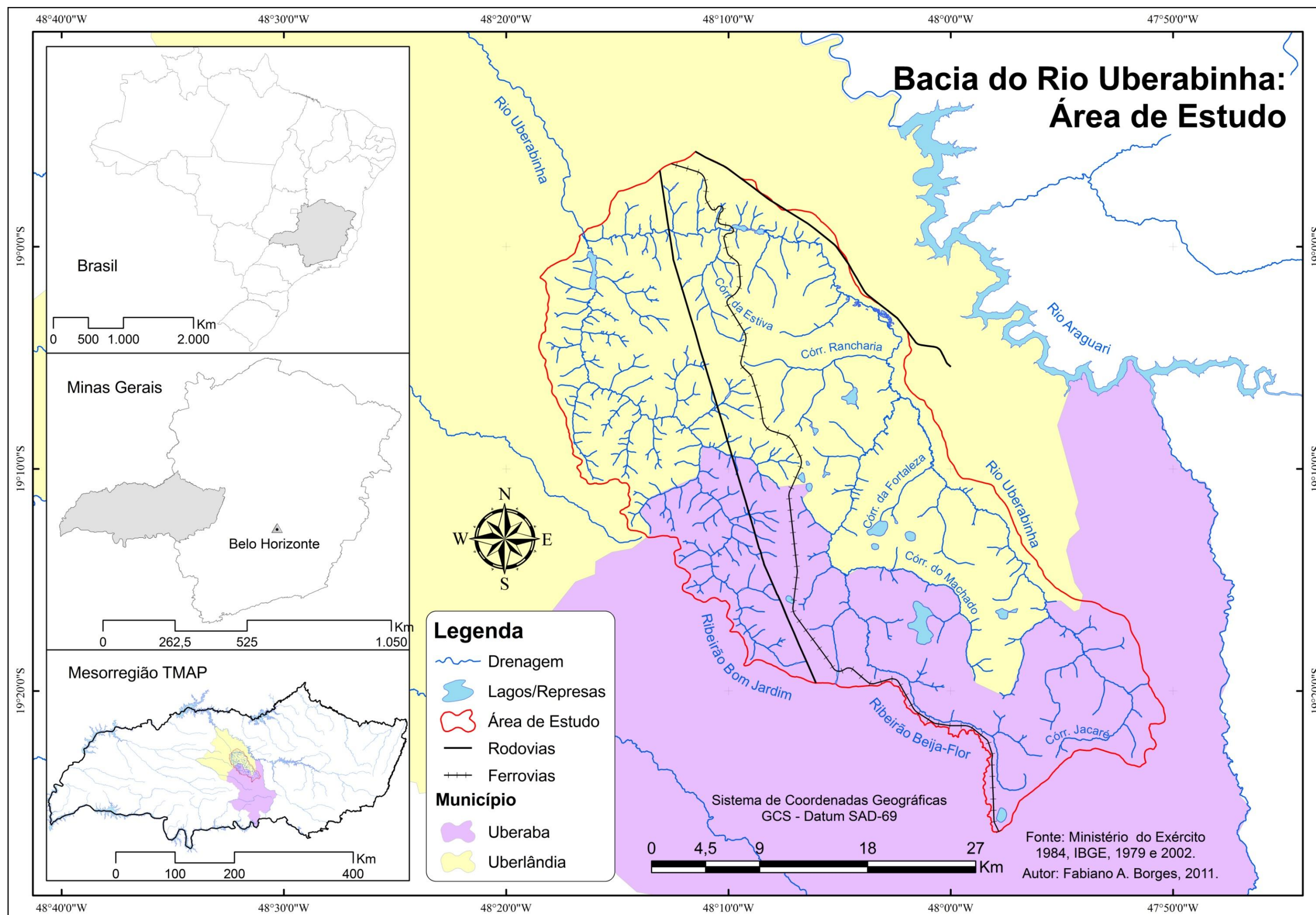
Para alcançar o objetivo geral do trabalho, os seguintes objetivos específicos foram imprescindíveis:

- ✓ Realização a digitalização das fotografias aéreas e construção do Fotomosaico;
- ✓ Realização da Carta Imagem com a seleção de bandas espectrais mais adequadas para a composição colorida RGB;
- ✓ Mapeamento e caracterização temporal das áreas úmidas dos anos de 1964 e 2009;
- ✓ Mapeamento e caracterização temporal das APP de 1964 e 2009;
- ✓ Mapeamento e caracterização temporal da vegetação dos anos de 1964 e 2009;
- ✓ Caracterização dos Impactos Ambientais nas áreas úmidas e APP.

### **Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Uberabinha**

A bacia hidrográfica do rio Uberabinha localiza-se na porção oeste do estado de Minas Gerais, na Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP). A bacia abrange uma área total 2.188 km<sup>2</sup> inserida parcialmente nos municípios de Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara, balizada pelas coordenadas geográficas de 18°35'45" a 19°26'09" de latitude Sul e 47°49'39" a 48°39'08" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich. O rio Uberabinha possui uma extensão de 149,8 km (SHIMIZU, 2000) e nasce na porção Norte do município de Uberaba e percorre cerca de 15 km nesse município. Na área territorial de Uberlândia, percorre aproximadamente 132,4 km no sentido Sudeste-Noroeste até chegar no município de Tupaciguara e percorre aproximadamente mais 2 km antes de atingir sua foz e

desaguar no rio Araguari pela margem esquerda. A área de estudo ocupa a porção de alto e médio curso da bacia do rio Uberabinha, localizada à montante da cidade de Uberlândia, num total de 1.253,21 km<sup>2</sup> (Mapa 01).



Mapa 01: Localização da área de Estudo.



## **Uso do Solo na Bacia do Rio Uberabinha**

A partir dos anos 1970 o cerrado foi o destino das aplicações de projetos agrícolas sob égide governamental. Com a proposta principal de projetar a economia brasileira para a integração global, os planos nacionais decorreram da intenção do governo federal em “trazer” às áreas de cerrado, o desenvolvimento econômico, principalmente com a prática da atividade agrícola. Nesta nova perspectiva política do país, a produção econômica se destinou à exportação. A região do cerrado se tornou estratégica à expansão da atividade econômica, voltada para o extrativismo, pecuária e para a agricultura.

A pecuária extensiva na região se desenvolveu principalmente até o final da década de 1960. Até essa década, a pastagem extensiva era considerada a única atividade apropriada para ocupar terras na chapada do Uberabinha. Schneider (1996) descreve como era a atividade pastoril naquela época.

[...] o manejo se resumia a queimadas periódicas para renovação do estrato de gramíneas e conseqüentemente do pasto natural. As áreas hidromórficas eram submetidas ao mesmo tipo de manejo e na estação seca serviam de pastagem para animais trazidos de outras áreas do município, principalmente das vertentes do rio Araguari, onde a vegetação mais densa, constituída principalmente por matas mesofíticas e cerradão, não propiciava abundância de gramíneas (SCHNEIDER, 1996, p. 69).

Dessa forma, Schneider (1996) explica que o processo de trabalho rural apresentava-se fortemente ligado ao ambiente natural, a pecuária dependia das gramíneas nativas.

O modelo agrícola tradicional era um sistema de produção altamente equilibrado do ponto de vista ambiental, onde as diversas espécies animais e vegetais tinham, entre si, relações harmônicas e de complementaridade (SCHNEIDER, 1996).

Schneider (1996) em mapeamento do uso do solo da bacia do Uberabinha, referente ao ano de 1964, identificou que 97,79 % da porção de alto e médio curso do Uberabinha era constituída por cerrado nativo, campo hidromórfico e mata. O restante (0,21%) era ocupado por pastagem plantada e eucalipto.

De acordo com Pessoa (1982), no período de 1960, a ocupação da atividade pastoril no município relacionado à área dos estabelecimentos representava 88,6%. Em 1975, esse percentual caiu para 75,1%.

Assim, com relação a utilização da terra, constata-se que no município é marcante o predomínio das superfícies em pastos, o que permite avaliar o grande significado da atividade de criação de gado em toda a área. As áreas de pastos, sempre corresponderam a mais de 70% da área total dos estabelecimentos. Mesmo praticada em caráter predominantemente extensivo, a pecuária é bastante significativa, sendo orientada principalmente para o corte (PESSOA, 1982, p. 63).

A partir dos dados obtidos por Schneider (1996) e Duarte e Brito (2006) percebe-se que a ocupação dos solos da bacia do Uberabinha, no período 1964 a 2004, sofre uma intensa transformação, quando a pecuária extensiva deixa de ser a principal atividade econômica. A silvicultura teve sua expansão a partir da década de 1970 em razão dos subsídios financeiros facultados pelas políticas governamentais. Os incentivos fiscais concedidos aos produtores rurais significaram um relevante atrativo à produção de florestas homogêneas. Schneider (1996) cita que a legalização da derrubada de florestas

nativas com o objetivo de incentivar o uso e ocupação do solo, facilitou a transformação intensa da bacia do Uberabinha.

O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) tinha por objetivo formular a política florestal bem como orientar, coordenar e executar ou fazer executar as medidas necessárias à utilização racional, à proteção e à conservação dos recursos naturais renováveis e ao desenvolvimento florestal do país, de conformidade com a legislação em vigor (CAMPANHOLE, 1985 *apud* SCHNEIDER, 1996). Segundo a autora, durante esse período iniciou-se o plantio de grandes florestas homogêneas especialmente dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* por empresas reflorestadoras atraídas pelos generosos incentivos fiscais. Schneider (1996), ao descrever a seqüência de documentos legais de égide federal promulgados no período de 1968 a 1974, aponta para uma forma de acúmulo de capital.

Esta seqüência de decretos nível federal mostra que até 1974, a política de incentivos fiscais para os projetos de reflorestamento se tornou uma forma de acumular capital. As empresas reflorestadoras geralmente ligadas a banqueiros ou políticos tinham como interesse principal os benefícios fiscais, sem uma preocupação mais consistente com a comercialização futura dessa madeira (SCHNEIDER, 1996, p. 74).

Indiferente em diversas regiões de cerrado, a bacia do Uberabinha assistiu à ocupação expressiva de sua área com o plantio de eucalipto e *pinus* com o objetivo principal de aproveitamento das facilidades de cunho financeiro concedidas pelo Governo e não pela produção.

[...] o eucalipto entrou de forma expressiva na bacia do Uberabinha, não com vistas à produção, mas como forma de se usufruir de facilidades financeiras colocadas pelo governo federal, à disposição

do empresariado, favorecendo a incorporação de extensas propriedades rurais por várias empresas de atividades urbanas (comerciais e financeiras). No mapeamento referente ao ano de 1979, as plantações de eucalipto correspondiam a 20,3% da área estudada, num total aproximado de 261,2 Km<sup>2</sup>.

O plantio de Pinus, realizado apenas pelas empresas Pinusplan Reflorestadora Ltda. e Florestadora Perdizes Ltda., ocorreu no início da década de 70, num empreendimento voltado para a produção de celulose. O projeto de instalação de uma fábrica de celulose a partir da polpa de fibras longas do Pinus nunca se concretizou, mas os plantadores dos 94,4 Km<sup>2</sup>, [...] certamente se beneficiaram dos incentivos fiscais (SCHNEIDER, 1996, p.76).

A produção de florestas homogêneas começou seu declínio a partir de 1975 com a diminuição de investimentos financeiros do governo e ausência de mercado consumidor na região.

A inserção das atividades agrícolas na área de chapada da bacia do Uberabinha teve início ainda na década de 1970, impulsionada pelo Processo de Modernização da Agricultura Brasileira. Em função da inserção de incentivos, aliado ao desenvolvimento de técnicas para correção de solos com baixa aptidão agrícola, os solos de cerrado, até então considerados impróprios para o cultivo de culturas, passaram a ser utilizados para a prática da agricultura mecanizada.

De acordo com Schneider (1996), a baixa produtividade da agricultura brasileira até as décadas de 1960 e 1970 ocorreu em função da estrutura fundiária na época, em virtude dos processos tradicionais e das técnicas de uso da terra atrasadas, sob a visão do governo ditatorial. Assim, a política agrícola do governo militar aliada as necessidades de criação de mecanismos para a modernização do espaço rural visaram criar condições

para superar a baixa produtividade agrícola e o discurso oficial desenvolvimentista (SCHNEIDER, 1996).

Segundo Pessôa (1982), ao realizar trabalho de caracterização da modernização da agricultura e do desenvolvimento rural em Uberlândia, identifica os principais tipos de cultivos no período de 1960 a 1975

Os cultivos tradicionais tais como o arroz, o milho e feijão, neste período, são os predominantes, porém, um produto novo aparece e, se reveste de grande importância na década de 60-70, por ocasião da crise do café, algodão e amendoim. Este cultivo, já destacado, é o da soja, que encontrou grande aceitação por parte dos agricultores do município (PESSÔA, 1982, p. 55).

Até 1970, segundo Pessôa (1982), o município ainda é caracterizado pela utilização do solo para pastagens, com predominância para pastos naturais com características extensivas e de tradicionalismo.

O baixo preço das terras, juntamente com os incentivos financeiros concedidos pelos programas específicos do governo, especialmente o Programa de desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO) e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER) foram os grandes propulsores para a implementação da agricultura intensiva na região do Triângulo Mineiro.

O POLOCENTRO pode ser considerado a maior e mais vultosa das ações do governo brasileiro para a incorporação das áreas de Cerrado ao processo produtivo e sua integração efetiva no mercado nacional e internacional. A operacionalização do Programa se deu através da oferta de atraentes condições de crédito rural e da aplicação de recursos a fundo perdido em obras de armazenagem, beneficiamento e transporte, estradas vicinais, eletrificação rural, pesquisa agropecuária,

assistência técnica, produção e comercialização de calcário, fertilizantes e outros insumos agrícolas, bem como em atividades de florestamento e reflorestamento (SCHNEIDER, 1996, p. 65).

A implantação do PRODECER, conhecido também como *Japan International Cooperation Agency* (JICA), promoveu a incorporação da região no processo produtivo agrícola por meio de política pública associada ao capital internacional, de forma a tornar a produção da região voltada para suprimento do mercado estrangeiro.

Com o PRODECER,

[...] a região se especializou em atender o mercado internacional, o que resultou também, em novas formas de ocupação do espaço na medida em que este se adequara às novas exigências do mercado. Houve, portanto, na região a ocupação das superfícies de chapada, que anteriormente eram dominadas pela pecuária extensiva, vastas áreas de cerrados e reflorestamentos. Agora, sob uma nova dinâmica da tecnologia de produção de grãos e correção dos solos, aliada à intensa mecanização, desenvolve uma agricultura estruturada no modelo das grandes propriedades (SILVA, 2006, p. 72).

Além desses dois programas, pode-se destacar também o chamado PRÓVÁRZEA, programa que com menor expressão, contribuiu para a agricultura na região com o aproveitamento das várzeas para plantio de arroz irrigado, bastante incentivado no Estado pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER).

As políticas governamentais de modernização da agricultura em áreas de cerrado foram incisivas para a inserção da região na área produtiva do país.

Schneider (1996) cita que os processos de modernização do campo foram caracterizados também pela incorporação de técnicas de correção de fertilidade dos solos por meio da mecanização do processo produtivo, uso de calcários, aplicação de adubos químicos e

controle de pragas. A expansão da fronteira agrícola na região, o aumento da produção e da produtividade do Cerrado, trouxeram significativas mudanças socioeconômicas e ambientais.

Soares (2008) descreve que a década de 1990 representou um período de intensas mudanças no uso do solo na porção de alto curso da bacia do Uberabinha, uma vez que as florestas homogêneas já completavam 20 anos e já tinham chegado ao ponto ideal para o corte e a comercialização das madeiras. Concomitantemente, as terras do cerrado foram supervalorizadas devido o plantio de culturas de grãos voltados para exportação. Diante desse quadro, os reflorestamentos passaram a ser substituídos pelas monoculturas, já que essas proporcionavam maiores lucros que um novo plantio de florestas de eucalipto e pinus (SOARES, 2008).

Foi verificado em levantamento de campo que as características quanto às categorias de uso e ocupação dos solos se mantiveram com poucas alterações das características identificadas por Duarte e Brito (2005) com aumento de áreas de culturas temporárias e diminuição de áreas de silvicultura. A maior ocupação espacial da área decorre da atividade agrícola, onde se destaca a cultura rotativa de grãos, principalmente de soja e milho. Com menores áreas de cultivo, aparecem a cana de açúcar e o arroz. Além da agricultura, podem ser observadas outras formas de usos do solo, tais como: a pecuária, os reflorestamentos, a extração mineral, além das áreas de solos hidromórficos e pequenos fragmentos de cerrado.

Segundo Duarte e Brito (2005), análises feitas a partir da interpretação de carta imagem e mapa de uso e ocupação do solo datado de 2004, a maior parte dos solos que constitui a bacia do alto curso do rio Uberabinha encontra-se ocupada por culturas anuais, as

quais correspondem a 46,62% da superfície total (Quadro 01). Esse percentual evidencia o uso da terra predominantemente agrícola. A pastagem representa 17,46% na área de estudo e a mineração menos de 1%. Neste quadro é possível identificar também como o uso e ocupação do solo na bacia do Uberabinha ocorreram nos anos 1964, 1979, 1994 e 2004.

Uso ou ocupação do solo	Ocupação da área por período				
	km <sup>2</sup>				Porcentagem
	1.964	1.979	1.994	2.004	2004
Mata	25,14	16,35	8,74	22,79	1,79
Campo Hidromórfico	290,72	282,09	228,28	219,21	17,27
Cerrado	942,14	416,55	50,75	36,40	2,87
Reflorestamento de Eucalipto	5,96	259,21	71,07	50,63	4,0
Reflorestamento de <i>Pinus</i>		94,38	134,93	71,03	5,61
Reflorestamento Cortado				33,83	2,66
Cultura Anual	6,07	118,88	590,62	591,54	46,62
Cultura Perene		8,98	2,83	0,84	0,07
Pastagem Plantada	16,27	78,34	180,52	221,57	17,46
Mineração			5,19	4,57	0,36
Ocupação Urbana/Chácara		4,31	10,97	8,90	0,71
Represa/Corpus d'água			2,98	3,50	0,27
Pivô-Central				3,88	0,31
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1268,69</b>	<b>100</b>

Quadro 01: Comparação do uso e ocupação do solo por período.

Fonte: DUARTE, W. O.; BRITO, J. L. S., 2005.

Nos últimos anos, percebe-se a tendência de aumento na representatividade das áreas ocupadas pela agricultura na bacia do Uberabinha. Entretanto, a inserção da cana-de-açúcar, cultura que mais surgiu nesse período e que não se trata exatamente de uma



cultura de cultivo anual, mas que se enquadra como cultura temporária. Percebe-se também uma diminuição de áreas destinadas para reflorestamento, especialmente no divisor de águas dos rios Uberabinha e Claro e ribeirão Rocinha.

## **CAPÍTULO 2**

## **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E CLIMÁTICAS DA ÁREA DE ESTUDO**

### **Condições Climáticas**

Mendes (2001) relata que devido às formas de relevo e a posição geográfica do Triângulo Mineiro, a região possui características climáticas semelhantes à região Centro-Oeste. Os municípios de Uberlândia e Uberaba, onde está inserida a área de estudo, encontram-se sob a influência principal das massas de ar Equatorial Atlântica (MEC), Tropical Atlântica (MTA), Tropical Continental (MTC) e a Polar Atlântica (MPA).

A MEC pode ser caracterizada, segundo Mendes (2001), como originária da região Noroeste da Amazônia, por ser quente e úmida, atuar na Amazônia Ocidental o ano todo e demais regiões do país no verão. A MTA, originária do Atlântico sul, caracteriza-se por ser quente e úmida, atua o ano todo, forma os ventos alísios de sudeste, atua nos litorais do Nordeste, Sudeste e Sul. Provoca chuvas frontais de inverno ao se encontrar com a MPA no Sudeste e chuvas de orográficas em contato com a Serra do Mar (MENDES, 2001). A MTC é originária da Depressão do Chaco e possui a característica de ser quente e seca. Durante as estações de primavera e verão encontra-se com a MEC, provocando chuvas (MENDES, 2001). Já a MPA, originária da Patagônia na Argentina, caracteriza-se por ser fria e seca e atuar com maior intensidade nas regiões Sul e Sudeste. Atinge o litoral do Nordeste onde se encontra com a MTA e provoca chuvas no inverno e atinge a Amazônia, provocando quedas de temperatura (MENDES, 2001).

Del Grossi (1991) afirma que a atuação desses sistemas de circulação ocasiona sobre a cidade de Uberlândia a formação de um clima tropical alternadamente seco e úmido.

Mendes (2001) também relata essa alternância do clima tropical úmido e seco como conseqüente da sazonalidade existente na área entre períodos chuvosos e quentes, frios e secos durante o ano.

Del Grossi (1991) destaca que a dinâmica atmosférica em Uberlândia encontra-se principalmente sob o controle dos sistemas intertropicais, que representam mais de 50% de participação no transcorrer do ano, enquanto a atuação dos sistemas polares essa participação seria um pouco superior a 25%.

Queiroz (2009) elaborou um Climograma de Uberlândia referente aos anos de 1981 a 2008, no qual apresenta os meses de junho e julho como os mais frios, tendo temperatura média inferior a 20°C, e média superior a 23°C nos meses mais quentes. O mês de outubro apresentou média superior a 24°C, e a média anual foi de 22,5°C. Para Del Grossi (1991), a temperatura média anual na maior parte da região do Triângulo está entre 20 e 22° C.

Nimer (1979) enfatiza o regime térmico anual como caracterizado pela grande variação das temperaturas durante o ano, em função da continentalidade da região que sofre pouca influência marítima e também devido à interação do relevo com a latitude que corresponde no inverno pelo decréscimo na média de temperatura.

Costa (2009) enfatiza a uniformidade na distribuição das médias de temperatura na bacia do Uberabinha, sendo que a variação não chega a 1° C. Segundo Costa (2009), as maiores temperaturas na bacia foram registradas na cabeceira do ribeirão Bom Jardim e na extensão do ribeirão Beija Flor.

Com relação à média das precipitações apresentadas por Queiroz (2009), os meses de outubro a abril corresponderam a 92% do total anual de precipitação, sendo que a média foi de 1590 mm por ano em Uberlândia. De acordo com Costa (2009) a variação sazonal dos índices de precipitação apresentou concentração de 83,5% nos meses de outubro a março, de um total de 1509 mm.

Segundo Silva e Assunção (2004), na classificação de macroclimas, o município de Uberlândia está inserido em uma área de clima subquente, do tipo Cwa. Rosa *et. al.* (1991) caracterizaram esta área, com base na classificação climática de Köppen, como sendo do tipo Aw, megatérmico, com seca de inverno e chuvas de verão, dominado predominantemente pelos sistemas intertropicais e polares, que dão origem a alguns eventos pluviais mais concentrados, principalmente no verão (MENDES, 2001).

## **Geologia**

Segundo Nishiyama (1989), a mesorregião do Triângulo Mineiro, em sua maior parte, está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, representada por litologias de idade Mesozóica, especificamente, arenitos da Formação Botucatu e basaltos da Formação Serra Geral, integrantes do Grupo São Bento, e rochas sedimentares do Grupo Bauru. As unidades de idade Paleozóica acham-se ausentes nessa região, distintamente de outras áreas marginais, onde estão presentes rochas dessa idade (NISHIYAMA, 1989).

As rochas Mesozóicas estão assentadas discordantemente sobre as rochas de idade Pré-Cambriana que compõem o Grupo Araxá e o Complexo Basal Goiano.

Segundo Nishiyama (1989, 1998) a Formação Serra Geral é formada por rochas

magmáticas básicas associadas a pequenas lentes de arenitos intertrapeanos intensamente silicificados, resultantes de derrames de lavas básicas ocorridos nos períodos jurássico e cretáceo. Possui uma ampla distribuição horizontal no Triângulo Mineiro, porém apresenta-se recoberta em grande extensão pelas rochas do Grupo Bauru ou pelos sedimentos cenozóicos.

Na área de estudo, os basaltos afloram no vale fluvial do rio Uberabinha próximo a estação de captação de água do Sucupira, na bacia do ribeirão Bom Jardim, afloram na porção de baixo curso.

O Grupo Bauru é constituído pelas Formações Adamantina, Uberaba e Marília. De acordo com Nishiyama (1989), as rochas desse grupo encerram a fase de deposição na Bacia Sedimentar do Paraná com a sedimentação da Formação Marília.

Na área de estudo, o Grupo Bauru é representado apenas pelas rochas da Formação Marília. Esta Formação possui uma extensão expressiva no Triângulo Mineiro e ocupa as porções de interflúvios e de chapadas. De acordo com Barcelos *et al.* (1984), a Formação Marília é subdividida em *fácies* Ponte Alta e Serra da Galga. A *fácies* Ponte Alta é caracterizada por arenitos e conglomerados com cimentação carbonática, lentes de calcário silicoso e conglomerado basal. A *fácies* Serra da Galga constitui-se de arenitos imaturos, conglomerados e arenitos conglomeráticos superpostos a *fácies* Ponte Alta (NISHIYAMA, 1989, 1998). O membro Serra da Galga aparece nos topos das chapadas, recobrindo os sedimentos do Membro Ponte Alta (NISHIYAMA, 1989).

Segundo Nishiyama (1989), as Formações Serra Geral e Marília se encontram, na maioria das vezes, recobertas por sedimentos de idade Cenozóica. Esses materiais

detríticos que constituem a cobertura depositada sobre a Formação Marília foram denominados de cobertura detrítico-laterítica, Terciária e Quaternária.

Estes materiais inconsolidados recobrem extensivamente as rochas mais antigas praticamente em todos os níveis topográficos, desde as áreas de chapadas até as vertentes dos vales fluviais. Para Hasui (1968), esta cobertura cenozóica é constituída predominantemente por depósitos aluviais e coluviais, além da presença restrita de cascalheiras, sedimentos de lagoas de chapadões, cangas limoníticas e sedimentos aluviais. Barcelos (1984) considera que essa cobertura constituída por depósitos aluviais, areias e argilas, conglomerados na base. Já Nishiyama (1989), considera leitos de cascalheiras que podem atingir espessuras superiores a 10 metros com predomínio de seixos de quarto, quartizito e basalto como constituintes dessa cobertura.

### **Relevo**

A mesorregião do Triângulo Mineiro localiza-se na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, inserida na porção do Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central (AB'SABER, 1971) e denominado pelo Projeto Radam Brasil (1983) como área de Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná.

Segundo Baccaro (1989), nesta região, destacam-se os chapadões separados por vales profundos e largos, que atingem rochas pré-cambrianas, com vertentes bastante dissecadas pelo entalhamento dos principais rios da região, como o Paranaíba e o Araguari.

Segundo Schneider (1996), as formas do relevo regional estão associadas à evolução da Bacia Sedimentar do Paraná, isto é, sua estrutura geológica, evolução tectônica e superfícies de erosão. Portanto, considera-se que o relevo em sua forma atual é resultante da evolução passada e presente, condicionada pelo embasamento geológico e pelos processos morfoclimáticos.

Baccaro (1991) propôs a compartimentação geomorfológica da região do Triângulo Mineiro em quatro unidades distintas, com base na altimetria, estrutura geológica, nas formas e no nível de dissecação do relevo. São estas unidades: áreas elevadas de cimeira, áreas de relevo residual, áreas de relevo intensamente dissecado e áreas de relevo medianamente dissecado. Na porção de alto e médio curso da bacia do rio Uberabinha podem ser encontradas duas destas unidades: áreas elevadas de cimeira e áreas de relevo medianamente dissecado.

As áreas elevadas de cimeira são caracterizadas por topos planos, amplos e largos, com baixa densidade de drenagem e vertentes com declividades inferiores a 3°, configurando, assim, as chapadas, entre 950 e 1050 metros de altitude, onde se localizam as nascentes do rio Uberabinha. Tal superfície encontra-se sustentada pelos arenitos da Formação Marília e recoberta por sedimentos de idade cenozóica, os quais dão origem a latossolos vermelho-amarelos e vermelho-escuros, sobrepostos a couraças e concreções ferruginosas de extensões e espessuras variáveis. Nessa unidade, a vegetação natural original era representada pelo cerrado, em fitofisionomias vegetais que vão do cerrado *stricto sensu* ao campo cerrado.

As áreas de relevo medianamente dissecado constituem a transição entre a chapada e a unidade de relevo intensamente dissecado, com uma altitude entre 750 e 900 metros e



declividades entre 3° e 5°. Corresponde ao setor com topos aplainados de vertentes suaves, interrompidas por rupturas locais mantidas pela laterita, onde ocorrem pequenos anfiteatros mais convexizados e elaborados, apresentando relevo relativamente entalhado. Nesta unidade, verifica-se o predomínio de Latossolos Vermelho-Escuro distróficos, originalmente recobertos por cerradões e cerrados.

Neste compartimento, é comum a ocorrência de couraças ferruginosas que causam ressaltos topográficos e rupturas de declive nas vertentes e dão origem a solos hidromórficos, revestidos por campos úmidos com gramíneas, ciperáceas e buritis. O substrato é formado principalmente pelos arenitos da Formação Adamantina, recobertos pelos sedimentos Cenozóicos e o basalto da Formação Serra Geral aflora no talvegue dos principais rios. Esse compartimento apresenta uma alta densidade de cursos d'água com vertentes ligeiramente convexas, com rampas largas (superiores a 500m) e vales de fundo chato com veredas, marcados pela ocorrência da palmeira buriti, em tufos ou alinhadas ao eixo de drenagem; são ladeadas por faixas marginais de vegetação herbácea graminosa densa, de campos de surgente higrófilos ou hidrófilo, com a ocorrência de solos afetados pelo hidromorfismo.

Os outros dois compartimentos descritos por Baccaro (1991) foram: a área de relevo intensamente dissecado em altitudes entre 700 e 800 metros, os quais correspondem às bordas dos topos das chapadas, que por sua vez, relacionam-se às litologias basálticas e do grupo Araxá. O quarto compartimento representa área de relevo residual de 800 a 900 metros, caracterizado pelas bordas escarpadas, associadas às rochas da Formação Marília.

Segundo pesquisa desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1982), a região do Triângulo apresenta três superfícies de erosão. A primeira corresponde a altitudes de 850 a 1000 metros, relacionada aos topos das chapadas, em altitudes mais elevadas da região. O segundo compartimento refere-se a chapadas localizadas em altitudes de 500 a 600 metros com bordas escarpadas e topos aplainados. O terceiro compartimento representa as superfícies ao longo do rio Grande e do rio Paranaíba e nas porções basais dos cursos d'água de seus afluentes, em altitudes de 300 a 600 metros com elevado grau de dissecação do relevo.

Nishiyama (1998), ao realizar um levantamento das unidades do meio físico do município de Uberlândia, classificou o vale do rio Uberabinha como uma unidade de vale de fundo chato, vertentes assimétricas e abruptas, concluindo que, em quase toda a extensão desta unidade, acham-se presentes materiais inconsolidados retrabalhados de diferentes origens, resultantes de processos geodinâmicos externos que atuaram dentro e fora dos limites.

## **Solos**

O levantamento dos tipos de solo na bacia do rio Uberabinha foi baseado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). O SiBCS começou a ser estruturado em 1979, através de documentos de trabalho denominado de Aproximações. A EMBRAPA realizou quatro Aproximações, que resultaram em publicação pela primeira vez em 1999.

A nova versão do Sistema engloba treze ordens, em vista da eliminação da classe dos Alissolos. Além das modificações nas ordens, foram feitas alterações nos níveis de

subordens, grandes grupos e subgrupos. Foram revistos alguns atributos e horizontes diagnósticos, além do estabelecimento de novos atributos. Algumas definições de classes de solos foram ampliadas, como as dos Nitossolos, Argissolos, Neossolos, Espodossolos, Planossolos. Foram estabelecidas novas seções de controle e revisadas outras com base nos dados existentes e verificações de campo. Os critérios usados na definição de alguns solos intermediários foram revisados e ampliados, além das modificações explicitadas no texto (JACOMINE, 2004).

Segundo SiBCS (2006) realizado pela EMBRAPA, as porções de alto e médio curso da bacia do rio Uberabinha apresentam predominantemente os Latossolos e Gleyssolos.

Os Latossolos são solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de energéticas transformações no material constitutivo. São virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo. São geralmente solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos (EMBRAPA, 2006).

Os Latossolos geralmente são bastante profundos e variam de fortemente a bem drenados. São típicos das regiões equatoriais e tropicais, ocorrendo também em zonas subtropicais distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente sobre relevo plano e suave ondulado. São originados a partir das mais diferentes espécies de rochas e sedimentos, sob condições de clima e tipos de vegetação os mais diversos (EMBRAPA, 2006).

Os solos do tipo Gleyssolos compreendem solos hidromórficos, mal a muito mal drenados, cujas características refletem as condições de redução sob as quais foram formados.

Os solos desta classe encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água. A água permanece estagnada internamente, ou a saturação é por fluxo lateral no solo. O solo pode se elevar por ascensão capilar e atingir a superfície (EMBRAPA, 2006).

São solos formados principalmente a partir de sedimentos, estratificados ou não, e sujeitos ao constante ou periódico excesso d'água, o que pode ocorrer em diversas situações. São solos que ocorrem sob vegetação higrófila ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea (EMBRAPA, 2006).

Costa (2009), com base no levantamento Embrapa de 1982, na área de estudo, identificou sete classes de solos. As classes mais abrangentes espacialmente foram o Latossolo Vermelho Álico ou Distrófico Epiálico (LVa1), com horizonte A moderado e textura muito argilosa, ocorrendo em relevo plano e suave ondulado; Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico (LEd1), com horizonte A moderado e textura argilosa, ocorrendo em relevo plano e suave ondulado; e Gleissolos, relacionados aos campos hidromórficos.

.

## **CAPÍTULO 3**

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### **Bacia Hidrográfica**

Bacia hidrográfica é um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Nas depressões longitudinais se verifica a concentração das águas das chuvas, isto é, do lençol de escoamento superficial, dando o lençol concentrado – os rios. A noção de bacia hidrográfica obriga naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores d'água, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, etc. (GUERRA, 1978).

Para Santos (2004), a bacia hidrográfica é constituída por um sistema natural delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'água e seus afluentes, onde interações, pelo menos, físicas são integradas, sendo desse modo, interpretadas mais facilmente.

A Bacia Hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na Geografia desde o fim dos anos 60; sua utilização é em função de sua dimensão natural, sendo que, em seu âmbito, pode-se controlar o fluxo e o uso da água, permitindo conhecer e avaliar seus diversos componentes e processos e interações que nela ocorrem. Assim, na sua adoção como célula básica de análise ambiental está implícita a visão sistêmica e integradora do ambiente e representa uma unidade ideal de planejamento ambiental (NOVAIS, 2008, p. 18).

Segundo relata Andreozzi (1999), bacia hidrográfica pode ser caracterizada da seguinte maneira:

Esta unidade é construída pela ação das forças endógenas e exógenas, responsáveis pela modelagem do relevo terrestre, a bacia de drenagem

pode ser considerada como uma unidade onipresente na paisagem terrestre, nas muitas variações permitidas pelas combinações dos elementos responsáveis tanto por sua aparência, quanto por seus fluxos, sendo possível partir do pressuposto de que toda porção emersa de terras do globo faz parte de algum tipo de bacia de drenagem. (ANDREOZZI, 2005, p. 37).

Botelho (2004) afirma que é consenso entre os pesquisadores que a bacia hidrográfica é o espaço de planejamento e gestão das águas onde se procura compatibilizar as diversidades demográficas, sociais, culturais e econômicas das regiões.

Novais (2008) defende que o estudo ambiental a partir da Bacia Hidrográfica se justifica, sobretudo, pela importância da água como veículo de transporte e meio de propagação seja das soluções do solo, dos sedimentos, dos poluentes ou dos vetores de doenças, além do uso em atividades humanas diárias.

O gerenciamento de bacias hidrográficas é o instrumento que, em longo prazo, orienta o poder público e a sociedade na utilização e monitoramento dos recursos ambientais naturais, econômicos e sócio cultural, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, de forma a promover o desenvolvimento sustentável (LANNA, 1995).

Assim, baseado em Lanna (1995), ao adotar a bacia como unidade ideal para a prática da gestão e planejamento ambiental, mostra que a execução de estudos que vislumbram essa temática constitui grande importância para a análise de questões ambientais.

Adotar a bacia hidrográfica como unidade geográfica para análise e planejamento tem sido escolhida por pesquisadores como a melhor opção para estudar a produção do espaço, por meio do uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade geográfica para análise e planejamento regional é fundamental para disciplinar a produção do espaço, através do uso e ocupação do solo e da água. A partir da promulgação da Constituição Federal de 1988 (inciso XIX do artigo 21) foi estabelecido o marco legal para implantação de um novo modelo de gestão dos recursos hídricos, de modo integrado, descentralizado, tendo a bacia hidrográfica como unidade administrativa e órgãos colegiados em diferentes níveis como instâncias decisórias. A bacia hidrográfica é estabelecida como unidade territorial de planejamento e intervenção pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei 9.433/97.

### **Geoprocessamento**

Diversos estudos que trabalham com número relativamente grande de dados ambientais necessitam, pela sua própria natureza, do uso de técnicas que possibilitem o cruzamento e análise de informações que sejam espacializadas territorialmente.

Rosa (2007) afirma que o geoprocessamento compreende o conjunto de tecnologias destinadas à coleta e ao tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações com diferentes níveis de sofisticação. O termo geoprocessamento aplica-se à cartografia digital, que compreende a tecnologia destinada à captação, organização e desenho de mapas; ao processamento digital de imagens, que é o conjunto de procedimentos e técnicas destinadas à manipulação de imagens digitais; e ao sistema de informação geográfica (SIG).

O SIG é considerado o principal componente do geoprocessamento, em razão de oferecer recursos de processamento e análise de informações espacializadas que



permitem o gerenciamento do espaço de forma precisa e eficiente. É constituído por um conjunto de ferramentas especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais. Esses dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento, com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos não aparentes e das relações topológicas existentes.

Teixeira *et al.* (1992) afirmam que o SIG constituem uma série de programas e processos de análises, onde a principal característica consiste em focalizar o relacionamento de determinados fenômenos da realidade com sua localização espacial.

Portanto, um SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real (BURROUGH, 1986).

Associado aos produtos de sensoriamento remoto, o SIG constitui-se em um instrumento de grande utilidade, por permitir, em um espaço temporal relativamente curto, a obtenção de informações a respeito de registros de uso da terra e cobertura vegetal. Desta forma, o geoprocessamento é uma importante ferramenta para a delimitação e caracterização de áreas úmidas e APP.

As áreas úmidas têm a sua função reconhecida no equilíbrio geoecológico do bioma Cerrado, protegendo nascentes e fornecendo água, alimento e abrigo para a fauna silvestre. Entretanto, estão sendo degradadas devido à exploração de argila e turfa, atividades agropecuárias, construção de estradas e canais de drenagem, avanço da urbanização e outros. Em razão disso, as consequências têm sido desastrosas para este ambiente, com os assoreamentos, ressecamento dos solos, diminuição do volume

hídrico, erosão e perda irreparável de sua beleza e biodiversidade (NISHIYAMA, 2008).

A partir disso, é necessário que ações para reabilitação e conservação de áreas úmidas e APP sejam desenvolvidas por meio do reconhecimento e diagnóstico dos possíveis problemas, adquiridos a partir de estudos ambientais. Neste sentido, os SIGs se configuram como instrumentos muito eficazes na realização desses estudos, pois permitem a interação dos dados e métodos que possibilitam o armazenamento e inter-relação de informações, elaboração e sobreposição de mapas georreferenciados, contabilização de áreas, análise de feições conseqüentes da degradação do solo, mapeamento de áreas diversas e análises de modelagem que transcendem a capacidade de métodos manuais, importantes para a execução de intervenções no meio físico e biótico. Logo, os SIGs se constituem atualmente como ferramentas fundamentais nos estudos ambientais, subsidiando a tomada de decisões e a gestão do território (ROSA, 2007).

### **Feições de Micro-relevo ou Campos de Murundus**

As áreas com hidromorfia, consideradas de Preservação Permanente, constituem um importante sistema natural para o equilíbrio do meio físico, sobretudo, hidrológico. São áreas resultantes principalmente de dois fatores, a geomorfologia e a hidrografia de um determinando ambiente. Os campos de murundus apresentam feições de micro-relevos peculiares, constituídos por uma área de depressão preenchida por murundus, em que o relevo apresenta características que favorecem o acúmulo de água, condicionando a vida animal e vegetal neste ambiente. Caracterizados por apresentar áreas relativamente

planas e inundáveis no período das chuvas, os murundus menores são cobertos por vegetação campestre e os maiores, por vegetação lenhosa do Cerrado (EITEN, 1985; ARAÚJO NETO *et al.*, 1986; OLIVEIRA-FILHO E FURLEY 1990; OLIVEIRA FILHO 1992A apud RESENDE *et al.*, 2004). A água armazenada nos campos de murundus recarrega o aquífero freático durante a estação seca e abastece cursos d'água. Segundo Schneider (1996), são reconhecidos na bacia do Uberabinha como covoads de cabeceira, covoads de vertente e covoads fechados, sendo estes, os mais comuns.

Segundo Schneider (1996), a formação dessas feições está relacionada ao contato entre os interflúvios e as vertentes de depressões hidromórficas rasas, fechadas ou abertas, onde ocorrem condições de hidromorfia temporária.

Segundo Nishiyama (2008), os murundus que se desenvolvem sobre superfícies planas dos divisores de águas ocupam suaves depressões de dimensões e formas variáveis. Por outro lado, os murundus de encostas desenvolvem-se nas vertentes fluviais dos principais cursos d'água que drenam as superfícies da chapada. Independente da posição topográfica, verifica-se uma íntima relação desses campos com a presença do lençol freático aflorante. No entanto, a distribuição irregular das chuvas ao longo do ano, os tipos de materiais presentes no solo e no subsolo, as condições de pH, a temperatura média anual, a oscilação sazonal do nível d'água freática e a ação biológica, são outros fatores que, em conjunto, contribuíram para a gênese e evolução dos murundus.

Schneider e Silva (1991) apontam duas hipóteses mais prováveis para a formação dos campos de murundus. A primeira, pautada em Pentead e Orellana (1980), Furley (1986) e Oliveira e Furley (1990) se aplicaria aos covoads de vertente de vales amplos de veredas ou aluviões, de que os murundus estão relacionados a antigas superfícies de

erosão onde elevações residuais em vertentes teriam sido colonizadas por insetos e vegetação de cerrado. A segunda hipótese da autora foi proposta por Oliveira Filho (1988) e Fernandes (1989), onde a gênese dos murundus está relacionada à ação puramente biológica de térmitas e formigas, seguida pelo povoamento de espécies vegetais exigentes de ambiente seco.

### **Áreas Úmidas**

O Instituto Nacional de Áreas Úmidas (INAU, 2007) descreve que os dados indicados na literatura sobre o conceito de áreas úmidas variam bastante. Cowardin (1979) apud INAU (2007) afirma que não há uma definição única, ecologicamente correta e geralmente aceita, fator que se deve principalmente da sua diversidade e por causa da sua demarcação entre sistemas úmidos e secos ocorrer ao longo de um gradiente.

A Convenção sobre Áreas Úmidas de Importância Internacional, conhecida como Convenção de Ramsar (1971), conceituou áreas úmidas como sendo:

Para efeitos desta Convenção, as zonas úmidas são áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa (CONVENÇÃO DE RAMSAR, 1971).

A Resolução conjunta IBAMA/SEMA/IAP nº 45 de 2007 reconhece que as áreas úmidas são ecossistemas frágeis, de alta complexidade ecológica, importantes para o processo de estabilidade ambiental e manutenção da biodiversidade, que, por estarem em relevos planos ou abaciados, se encontram freqüentemente com elevados níveis de

saturação hídrica. Situação essa que determina uma elevada capacidade de fixação de carbono que, por sua vez, resulta numa alta capacidade de retenção de água e de íons no solo, aumentando a capacidade de filtragem das águas e de regularização da vazão dos rios.

A Resolução conjunta citada define área úmida como o segmento de paisagem constituído por solos hidromórficos, os quais são conceituados da seguinte forma:

Solo hidromórfico: é o solo que em condições naturais se encontra saturado por água, permanentemente ou em determinado período do ano, independente de sua drenagem atual e que, em virtude do processo de sua formação, apresenta, comumente, dentro de 50 (cinquenta) centímetros a partir da superfície, cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas e/ou cores pretas resultantes do acúmulo de matéria orgânica (IBAMA, 2007, p. 3).

A Convenção de Ramsar (1971) considera fundamentais as funções ecológicas das zonas úmidas enquanto reguladoras dos regimes de água e enquanto *habitat* de uma flora e fauna características e, consciente de que elas constituem um recurso de grande valor econômico, cultural, científico e recreativo, cuja perda seria irreparável, deseja terminar, atual e futuramente, sua progressiva invasão e perda, para o que cada parte Contratante, inclusive o Brasil, assuma a obrigação de promover a conservação e proteção adequadas de tais áreas e de sua flora e fauna, por ações locais, regionais, nacionais e internacionais.

Relacionado à interação das ações humanas nos sistemas úmidos, o INAU afirma que

As AUs estão sujeitas a diversas ações humanas que diretamente ou indiretamente ameaçam a sua integridade e até a sua existência. Em muitos casos estas ações poderiam ser evitadas ou os seus impactos

negativos reduzidos; porém, falta o conhecimento sobre as estruturas e funções das AUs e seus serviços prestados para a comunidade. Também falta a elaboração de alternativas economicamente viáveis, socialmente recomendáveis, e ecologicamente aceitáveis para um desenvolvimento que protege as AUs. A consequência desta situação é que freqüentemente, os benefícios obtidos pela destruição das AUs são ultrapassados de longe pelos custos ambientais. (INAU, 2007, p. 4).

Diante do exposto, áreas úmidas são consideradas neste trabalho como as áreas que apresentam características de hidromorfia permanente ou sazonal, como é o caso dos covaais, as quais estão enquadradas na legislação ambiental como áreas de proteção.

### **Legislação Ambiental em Áreas de Preservação Permanente**

A partir da década de 1970, o mundo foi palco de momentos de sensibilização quanto à necessidade de conservação e preservação ambiental. As Conferências das Nações Unidas em Estocolmo 1972, Rio de Janeiro em 1992 e Johannesburgo 2002 e a instituição do protocolo de Quioto 1997 (MIGUEZ, 2002) representam alguns dos eventos internacionais nos quais se realizaram discussões acerca do meio ambiente e que formularam diretrizes para evitar um verdadeiro estado de desequilíbrio ambiental.

Em 1988 foi a primeira vez que a Constituição Federal abordou o tema meio ambiente, no qual dedicou um capítulo exclusivo que contempla o conceito normativo que faz menção do meio ambiente natural, dentre outros.

O artigo 225 do Capítulo VI, constante na Constituição Federal (1988), que trata do Meio Ambiente, dispõe sobre o direito equânime de todos ao meio ambiente

ecologicamente equilibrado e estabelece as incumbências do Poder Público para garantir a efetividade desse direito.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988).

O Artigo 225 exerce função de norteador principal do meio ambiente, em razão de complexo teor de direitos, mensurado pela obrigação do Estado e da sociedade na garantia de um ambiente ecologicamente equilibrado, uma vez que se refere a um bem de uso comum das pessoas que deve ser conservado, preservado e mantido sua perpetuação para a presente e futuras gerações.

A legislação ambiental brasileira é muito ampla, cuja magnitude impossibilita uma discussão intensiva na proposta deste trabalho. Nesse sentido, o levantamento e discussão da legislação foram balizados por alguns documentos legais importantes ligados as APP que merecem destaque para discussão, que é o Código Florestal de 1965 e suas alterações.

A Lei 4.771 que institui o Novo Código Florestal Brasileiro em 1965 e suas alterações determina a proteção de florestas nativas e define como áreas de preservação permanente: faixa de 10 a 500 metros nas margens dos rios (cuja largura é definida conforme a largura do curso d'água), margem de lagos e de reservatórios de água, topos de morros, encostas com declividades superiores a 45° e locais acima de 1800 metros de altitude. O Novo Código Florestal exige a preservação de 20% da cobertura arbórea da área das propriedades rurais da região de Cerrado no sudeste do país, devendo tal

reserva ser averbada no registro de imóveis, sendo proibido o desmatamento. As sanções para crimes cometidos estão previstas na lei de Crimes Ambientais, nº 9.605/98, que antes estavam estabelecidos na lei nº 4.771/65.

A Lei 4.771/65, juntamente com outros documentos legais, significou a criação de restrições para atividades produtivas que fazem uso dos recursos naturais em APP. Entretanto, diversos fatores como: a dificuldade de implementação desse código e o intenso uso pretérito dessas áreas, ainda dificultam a imposição desse documento.

As APP foram definidas pelo Código Florestal como área protegida nos termos dos artigos 2º e 3º, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, Lei nº 4.771, 1965). As APP foram consideradas como reservas ecológicas na Lei nº 6.938/81.

Desde o primeiro Código Florestal instituído em 1934, já havia as primeiras preocupações com a proteção da vegetação. Ao considerar as florestas em seu conjunto, dava-se início ao reconhecimento que interessava à sociedade que as florestas fossem apreciadas como constituintes da paisagem natural, devendo ser protegidas em todas as propriedades, públicas ou privadas.

O Novo Código Florestal de 1965 surgiu da necessidade de se tornar mais efetiva a legislação e facilitar a implementação do Código Florestal de 1934. As APP foram criadas para proteger o ambiente natural.

II - área de preservação permanente: área protegida nos termos dos art. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função



ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; (Redação da MP Nº 2.166-67/24. 08.2001).

Art. 2º - Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

1 - de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;

2 - de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;

3 - de 100 metros para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura;

4 - de 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura;

5 - de 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 metros de largura; (BRASIL. Redação da Lei nº 7.803 de 18.7.1989).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de nº303 dispõe sobre parâmetros, definições e limites de APP e considera a necessidade de regular o artigo 2º da Lei nº 4.771. A Resolução CONAMA nº302 dispõe sobre parâmetros,

definições e limites de APP de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Com relação Lei nº 7.803/89, a Resolução CONAMA nº 303 apresenta poucas diferenças, mantendo as distâncias de limite da faixa das APP. Essas duas Resoluções federais (CONAMA nº 303 e nº 302) são utilizadas em processos de licenciamento ambiental e constituem os documentos, de égide nacional, mais recentes sobre a delimitação de APP.

A Lei nº 4.771/65 e suas alterações são consideradas como um instrumento de respaldo à conservação e preservação do meio ambiente por meio da obrigatoriedade de preservar a APP, seja em propriedade pública seja em propriedade particular.

Está em tramitação o processo de alteração do Novo Código Florestal, que inicialmente previa a redução das APP. Entretanto, com a pressão de outros setores da sociedade, como os ambientalistas, a redução da faixa de APP não foi aprovada e não está mais em discussão. Assim o grande impasse continua sendo relacionado à anistia de recuperação de áreas desmatadas até julho de 2008, situação essa que abre margem para muita discussão uma vez que propõe que aquele que cometeu crime ambiental não seja enquadrado na lei de Crimes Ambientais.

### **Vegetação do Cerrado**

A região do Triângulo Mineiro está inserida no Domínio Morfoclimático dos Cerrados (AB'SABER, 1970), que se constitui no segundo maior domínio do Brasil abrangendo originalmente uma área de aproximadamente 2.003.162 Km<sup>2</sup>, porção equivalente a 22% do território nacional (AB'SABER, 2003).

A posição geográfica central em relação aos demais domínios brasileiros possibilita ao Cerrado, em suas faixas de transição, o compartilhamento de espécies. A diversidade de ambientes existentes neste bioma, denominados fitofisionomias, associada à fronteira com outros quatro, permite a ocorrência de uma vasta riqueza biológica para o Cerrado.

A vegetação do bioma Cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. Coutinho (1978) sugere que os cerrados apresentam dois extremos, o cerradão, fisionomia na qual predomina o componente arbóreo-arbustivo e o campo limpo onde há predomínio do componente herbáceo-subarbustivo. As demais fisionomias encontradas - campo sujo, campo cerrado, cerrado (sentido restrito) - são consideradas ecótonos entre o cerradão e o campo limpo.

As formações savânicas relacionam-se às áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de um dossel contínuo. Dentre os diversos tipos fisionômicos de vegetação nessa região, existem as veredas que ocorrem, em geral, em áreas de nascentes com elevado nível de umidade no solo. Estas representam um ecossistema de grande relevância na região do cerrado (CARVALHO, 1991).

A vegetação do bioma Cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. Em sentido fisionômico, floresta representa áreas com predominância de espécies arbóreas, onde há formação de dossel, contínuo ou descontínuo. O termo savana refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de dossel contínuo. Já o termo campo designa áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, faltando árvores na paisagem (SANO *et al.*, 2008, p.156).

Sano *et al.* (2008), ao discutirem sobre a padronização de termos fitofisionômicos, consideram como principais tipos do bioma cerrado as formações florestais, formações savânicas e formações campestres. De acordo com os autores, formações florestais englobam os tipos de vegetação com predominância de espécies arbóreas, com a formação de dossel contínuo, representadas por: mata ciliar, mata de galeria, mata seca, e cerradão. As formações savânicas do Cerrado estão enquadradas em quatro principais tipos fitofisionômicos, que são: cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral, e vereda. As formações campestres do Cerrado englobam três principais tipos fitofisionômicos: campo sujo, campo limpo e campo rupestre. Dentro da maioria dos tipos fitofisionômicos podem existir diversos subtipos que variam conforme particularidades topográficas ou edáficas.

Sano *et al.* (2008) definiram como critérios para diferenciação dos tipos fitofisionômicos primeiramente a fisionomia, definida pela estrutura, formas de crescimento dominantes e por possíveis mudanças estacionais. Posteriormente, consideram-se aspectos do ambiente e da composição florística (SANO *et al.* 2008). Para Ribeiro e Walter (1998), a identificação dos tipos fitofisionômicos constituintes do Bioma Cerrado é fundamentada basicamente pela fisionomia, por fatores edáficos e pela composição florística da vegetação.

A Figura 01 mostra onze tipos principais de vegetação para o bioma Cerrado, enquadrados nas formações florestais, savânicas e campestres.

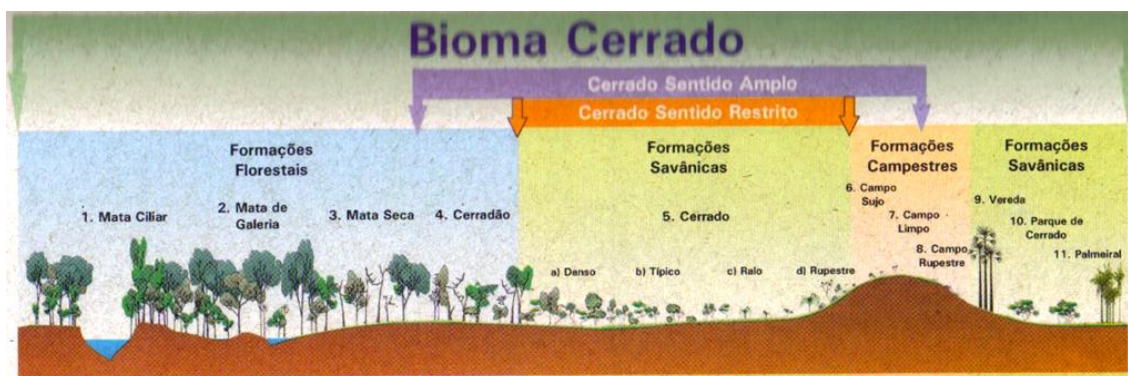


Figura 01: Principais tipos de vegetação para o bioma Cerrado.

Fonte: Ribeiro e Walter, 1998.

No quadro 02 estão representados os onze tipos principais de vegetação para o bioma Cerrado definidos por Ribeiro e Walter (1998).

FITOFISIONOMIAS DO BIOMA CERRADO		
TIPO	FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO
Mata Ciliar	Florestal	Vegetação que acompanha os rios de médio e grande porte da Região do Cerrado, em que a vegetação não forma galerias. Apresenta diversos graus de caducifólia na estação seca e florísticamente similar a Mata Seca. As árvores predominantemente eretas, com alturas que variam de 20 m a 25 m, podendo chegar até 30 m. As espécies típicas são predominantemente caducifólias, com algumas sempre verdes, conferindo a Mata Ciliar um aspecto semidecíduo. Ao longo do ano as árvores fornecem uma cobertura arbórea variável de 50% a 90%, podendo ser inferior a 50% em alguns trechos na estação seca.

Mata de Galeria	Florestal	<p>Vegetação perenifólia que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso d'água. A altura média do estrato arbóreo varia entre 20 m e 30 m, apresentando uma superposição das copas, que fornecem cobertura arbórea de 70% a 95%.</p> <p>As matas de galerias podem ainda ser subdivididas em dois subtipos: Mata de Galeria Inundável, onde o lençol freático se mantém próximo ou sobre a superfície do terreno na maior parte dos trechos durante o ano todo; e Mata de Galeria não-Inundável, onde o lençol freático não se mantém próximo ou sobre a superfície do terreno na maior parte dos trechos o ano todo.</p>
Mata seca	Florestal	<p>Não possui associação com cursos de água, caracterizadas por diversos níveis de caducifólia durante a estação seca. A mata Seca depende das condições químicas do solo mesotrófico, principalmente da profundidade e pode ser tratada sob três subtipos: Mata Seca Sempre-Verde, Mata Seca Semidecídua, a mais comum, e Mata Seca Decídua.</p>
Cerradão	Florestal	<p>Caracterizada pela presença de espécies que ocorrem no cerrado sentido restrito e também por espécies de florestas, particularmente as da Mata Seca Semidecídua e da Mata de Galeria Não-Inundável. O Cerradão apresenta dossel contínuo e cobertura arbórea que pode oscilar de 50% a 90%. A altura média do estrato arbóreo varia de 8 m a 15 m, proporcionando condições de luminosidade que favorecem a formação de estratos arbustivo e herbáceo diferenciados.</p>

Cerrado sentido restrito	Savânica	<p>Caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Os troncos das plantas lenhosas em geral possuem cascas com cortiça espessa, fendida ou sulcada, e as gemas apicais de muitas espécies são protegidas por densa pilosidade. Em virtude da complexidade dos fatores condicionantes, originam-se subdivisões fisionômicas do Cerrado sentido restrito, sendo as principais o Cerrado Denso, o Cerrado Típico, o Cerrado Ralo e o Cerrado Rupestre.</p> <p>O Cerrado Denso é um subtipo de vegetação predominantemente arbóreo, com cobertura de 50% a 70% e altura média de 5 m a 8 m. O Cerrado Típico é um subtipo de vegetação predominantemente arbóreo-arbustivo, com cobertura arbórea de 20% a 50% e altura média de 3 m a 6 m. O Cerrado Ralo é um tipo de subtipo de vegetação arbóreo-arbustiva, com cobertura arbórea de 5% a 20% e altura média de 2 m a 3 m. O Cerrado Rupestre é um subtipo de vegetação arbóreo-arbustiva que ocorre em ambientes rupestres (rochosos). Possui cobertura arbórea variável de 5% a 20%, altura média de 2 m a 4 m.</p>
Parque Cerrado	Savânica	<p>Caracterizada pela presença de árvores agrupadas em pequenas elevações do terreno, algumas vezes imperceptíveis e outras com muito destaque, que são conhecidas como “murundus” ou “monchões”. As árvores, nos locais onde se concentram, possuem altura média de 3 m a 6 m. Considerando um trecho com agrupamentos “planos” campestres entre eles, forma-se uma cobertura arbórea de 5% a 20%. Os murundus são elevações convexas características, que variam em média de 0,1 m a 1,5 m de altura e 0,2 m a 20 m de diâmetro</p>

Palmeiral	Savânica	<p>Caracterizada pela presença marcante de uma espécie de palmeira arbórea é denominada palmeiral. No bioma Cerrado podem ser encontrados pelo menos quatro subtipos mais comuns de Palmeiras, que variam em estrutura de acordo com a espécie dominante. Desses subtipos, três tipos estão relacionados a terrenos bem drenados, Gueroabal, Macaúbal e Babaçual. Em solos mal drenados, ocorre o quarto subtipo de Palmeiral, que está presente nos fundos de vales pouco íngremes do Brasil Central, e é dominado pelo pela espécie <i>Mauritia flexuosa</i>, o buriti, caracterizando o Buritizal.</p> <p>Muitas vezes o Buritizal tem sido referido como Vereda, uma fitofisionomia em que há necessariamente um estrato arbustivo-herbáceo acompanhando o buriti, sem a formação de dossel e sem um trecho de campo associado. O dossel do Buritizal possui altura variável de 12 m a 30 m e forma uma cobertura quase homogênea ao longo do ano, variável de 40% a 70%.</p>
Vereda	Savânica	<p>Fitofisionomia com a palmeira arbórea <i>Mauritia flexuosa</i> emergente, em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas. As veredas são circundadas por campos típicos, geralmente úmidos, e os buritis não formam dossel como ocorre no Buritizal. Na Vereda, os buritis adultos possuem altura média de 12 m a 15 m e a cobertura varia de 5% a 10%.</p> <p>A ocorrência de Vereda condiciona-se ao afloramento do lençol freático, decorrente de camadas de permeabilidade diferentes em áreas sedimentares do Cretáceo e Triássico (MAGALHÃES, 1964, 1966; AZEVEDO, 1966).</p>



Campo Sujo	Campestre	Tipo fisionômico exclusivamente arbustivo-herbáceo, com arbustos e subarbustos esparsos, cujas plantas, muitas vezes, são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do Cerrado sentido restrito. Em função de particularidades ambientais, o Campo Sujo pode apresentar três subtipos fisionômicos diferentes: Campo Sujo Seco, na presença de lençol freático profundo; Campo Sujo Úmido, na presença de lençol freático alto; e Campo Sujo com Murundus, na presença de micro-relevos mais elevados (murundus).
Campo Limpo	Campestre	Fitofisionomia predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência completa de árvores. Também apresenta variações dependentes de particularidades ambientais, determinadas pela umidade do solo e pela topografia. Na presença de um lençol freático profundo, ocorre o Campo Limpo Seco; Campo Limpo Úmido na presença de lençol freático alto e; Campo Limpo com Murundus, quando aparecem os murundus.
Campo Rupestre	Campestre	Tipo fitofisionômico predominantemente herbáceo-arbustivo, com a presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas de dois metros de altura. Abrange um complexo de vegetação que agrupa paisagens em micro-relevos com espécies típicas, ocupando trechos de afloramento rochoso.

Quadro 02: Características das fitofisionomias do Cerrado.

Fonte: Sano *et al.* (2008), adaptado de Ribeiro e Walter, 1998.

Feltran Filho (1997) afirma a vegetação originalmente presente na superfície em chapadas é composta por arbustos e pequenas árvores retorcidas de folhas grandes e grossas, elevando-se de dossel herbáceo que reveste o solo de forma quase completa, formado por gramíneas, predominantemente.

Feltran Filho (1997) afirma que a classificação realizada pela EMBRAPA (1982) apresenta a mais detalhada classificação do cerrado, subdividida em formações florestais, formações campestres, comunidade hidrófilas, comunidades higrófilas e em formações sucessórias.

Schneider (1996), ao realizar mapeamento do uso do solo para a área da bacia do rio Uberabinha, dividiu a vegetação nativa em mata e em cerrado. Para a mata foi considerado a vegetação de porte arbóreo e cerrado para as áreas de porte herbáceo e arbustivo.

## **CAPÍTULO 4**

## **METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS**

### **LEVANTAMENTO TEÓRICO**

O levantamento teórico é considerado uma das mais importantes etapas da pesquisa, uma vez que, desta parte foi adquirido todo o referencial teórico utilizado no trabalho. A pesquisa bibliográfica e digital foi realizada durante todo o decorrer da dissertação, sendo mais intensa na parte inicial. Foram utilizadas para a realização do levantamento, informações contidas em livros, teses e dissertações do acervo da biblioteca da Universidade Federal de Uberlândia, do acervo do Núcleo de Memória e Pesquisa do Instituto de Geografia, do acervo do Laboratório de Geologia, artigos de anais de eventos, artigos de periódicos, Internet e livros do acervo particular. Também foram levantados e utilizados documentos cartográficos (mapas de vegetação, topográficos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, uso do solo e modelo digital de elevação) e materiais empregados em trabalhos cartográficos como fotos aéreas, ortofotomosaico e imagens de satélites.

### **GEOPROCESSAMENTO**

#### **Montagem de Ambiente SIG**

A montagem de um ambiente SIG foi importante para definir os equipamentos necessários e as configurações adequadas para o desenvolvimento da pesquisa. A construção desse ambiente SIG esteve pautada principalmente nas características dos dados a serem trabalhados nos softwares SIG, tais como arquivos de imagem do tipo

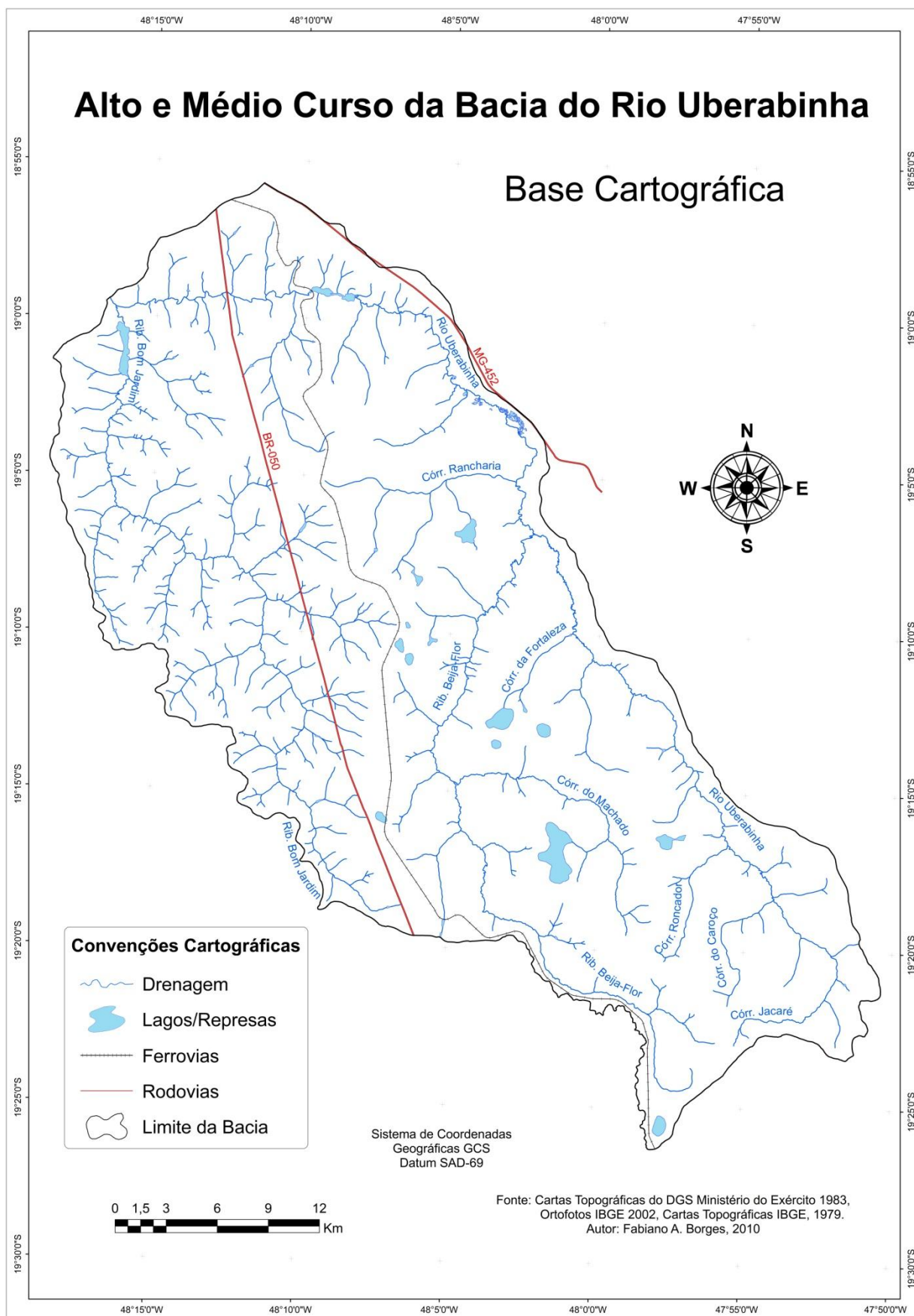
*raster* que exigem maior capacidade de operação do computador, devido ao tamanho relativamente grande ocupado em *megabytes*.

Buscou-se trabalhar com o processamento digital de imagens no ambiente do software ENVI 4.7, já que o programa é específico para essas funções. A edição vetorial foi realizada em ambiente SPRING 5.1 em função da qualidade relativamente elevada que o software nessa função. Já a análise espacial e os layouts foram trabalhados no ambiente ArcInfo 9.3 em razão da maior quantidade de ferramentas disponíveis e melhores resultados na elaboração final dos mapas. A interoperabilidade existente entre os softwares de SIG utilizados permitiram a realização de todas as etapas necessárias sem a ocorrência de algum tipo de conflito.

### **Base Cartográfica**

Foi elaborada uma base cartográfica da área de estudos com a finalidade de localizar, delimitar e auxiliar na confecção de mapas temáticos. A base foi realizada com o auxílio de cartas topográficas editadas e publicadas pela Divisão do Serviço Geográfico (DSG) do Ministério do Exército de 1984, cartas topográficas digitais do IBGE de 1979, nas escalas 1:25.000 e 1:100.000, respectivamente. A necessidade de utilização de cartas topográficas do IBGE, com escala de menor detalhe, se justifica pela ausência de cartas do exército em uma área restrita na porção de alto curso da bacia do Uberabinha, particularmente na faixa que abrange longitudes geográficas menores que 48° Oeste. Além das cartas, utilizou-se para a confecção da base cartográfica ortofotos de escala 1:25.000 de 2002 do IBGE, o que possibilitou uma atualização da base, bem como ser realizada totalmente em escala 1:25.000. Extraíu-se dessas cartas e ortofotos o limite da

área de estudo, a rede hidrográfica, vias pavimentadas e coordenadas geográficas (Mapa 02). A partir da base, foi possível iniciar a elaboração dos mapas temáticos.



Mapa 02: Base Cartográfica.

## **Imagens de Satélites**

Foram utilizadas imagens do sistema de sensores orbitais RapidEye Earth Imaging System (REIS) instalado na constelação de cinco satélites da missão RapidEye, lançada em 2008. Os sensores obtêm imagens de observação da Terra por meio de cinco faixas espectrais, sendo: o Azul (440–510nm), Verde (520-590nm), Vermelho (630-685nm), Red-Edge (690-730nm), sensível a alterações do teor de clorofila das plantas, e Infravermelho Próximo (760-850nm), com uma área imageada de 77,25 km. O período de revisita dos satélites é de 24 horas (off-nadir) e 5,5 dias (nadir). A banda Red-Edge, específica para o monitoramento da atividade fotossintética da vegetação, mede variações que permitem a separação de espécies e monitoramento da saúde da vegetação.

A resolução espacial oferecida pelo sensor REIS é de 6,5 metros e 5 metros após o processo de ortorretificação. As imagens corrigidas apresentam precisão de detalhes compatível com escala 1:25.000. As imagens da área de estudo datam de 2009 e foram cedidas gentilmente pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), de Uberlândia, após obter as imagens junto ao Instituto Estadual de Florestas (IEF).

Uma imagem pancromática do satélite Indian Remote Sensing (IRS) com resolução espacial de 5,7 metros do ano de 2008 foi utilizada como auxílio no mapeamento da área para o ano de 2009.



## **Ortofotos**

Além da utilização na criação da base cartográfica, as ortofotografias do IBGE de 2002 foram utilizadas com a finalidade de constituir registro histórico de algumas áreas, bem como servir como material de referência para sanar algum tipo de dúvida.

## **Fotografias Aéreas**

Foram utilizadas as fotografias aéreas de 1964 do Instituto Brasileiro do Café (IBGERCA) criadas por meio da *United States Air Force* (USAF) e que atualmente fazem parte do acervo de registro histórico da Companhia de Energia do Estado de Minas Gerais (CEMIG). A escala aproximada das fotografias é de 1:60.000.

Em um momento inicial, separaram-se as fotografias da área de estudo, totalizando em número de 62. Houve a digitalização por meio de um scanner para que fossem manipuladas nos programas de SIG. Paralelamente, as fotografias impressas também foram utilizadas para análise, reforçando dessa forma, a extração adequada das informações nelas contidas. Para tanto, foi necessário um estereoscópio, além de observações a vista desarmada.

Apesar do estado de conservação relativamente bom da área imageada das fotografias, muitas não apresentavam condições suficientes para visualizar as informações escritas que acompanham as fotografias aéreas na parte de borda. Dessa forma, o processo de ortorretificação ficou comprometido, já que a ortorretificação é feita com base em diversos parâmetros, que utilizam além das variáveis como o de localização x, y e z, ponto principal, marcas fiduciais, distância focal, escala, entre outros. No entanto, foi

possível adotar outra metodologia eficaz, que consiste na utilização da chamada “área útil” da fotografia aérea, que é comumente empregada em estudos de fotogrametria e fotointerpretação.

Os procedimentos de ortorretificação ou de área útil são necessários para a eliminação ou redução das distorções das fotografias devido às inclinações da lente da câmera, do posicionamento da câmera no avião que faz o aero levantamento, da posição de vôo do próprio avião, da superfície terrestre, entre outras.

### **Processamento Digital de Imagens**

A principal função do Processamento Digital de Imagens (PDI) é o fornecimento de ferramentas computacionais para facilitar a identificação e a extração das informações contidas nas imagens, objetivando sua posterior análise e interpretação (CRÓSTA, 1992). Técnicas de processamento de imagens digitais, como as técnicas de pré-processamento, contraste, realce e composição colorida, são técnicas que tem como objetivos a viabilização dos processos de análise e interpretação de dados obtidos em grandes quantidades, os quais possibilitam extrair das imagens originais, informações adicionais. Dessa forma, torna-se fundamental trabalhar com imagens as quais passaram por técnicas de processamento digital de imagens.

#### *Leitura de Arquivos Raster*

As fotografias no formato *.jpg* e imagens no formato *.tiff/geotiff* foram importadas no programa ENVI 4.7 para operações de PDI, seleção da área de interesse para operações

posteriores e conversão de arquivos para o formato *.tiff/geotiff* para operações no softwares ArcInfo 9.3. Para uso no SPRING a leitura foi feita pelo módulo IMPIMA e exportada para o formato SPG.

### *Registro das Fotografias Aéreas*

As fotografias aéreas de 1964 da área de estudo foram digitalizadas por meio de um *scanner* e convertidas em formato *.jpg*. Posteriormente, as fotografias foram submetidas ao processo de registro no software ENVI 4.7, pelo qual cada fotografia recebeu entre 25 a 35 pontos de controle. Após esta etapa, as fotografias foram exportadas para o formato *.tif* e passaram a estar vinculadas a um sistema de coordenadas. A Figura 02 mostra como exemplo uma fotografia aérea em processo de registro.

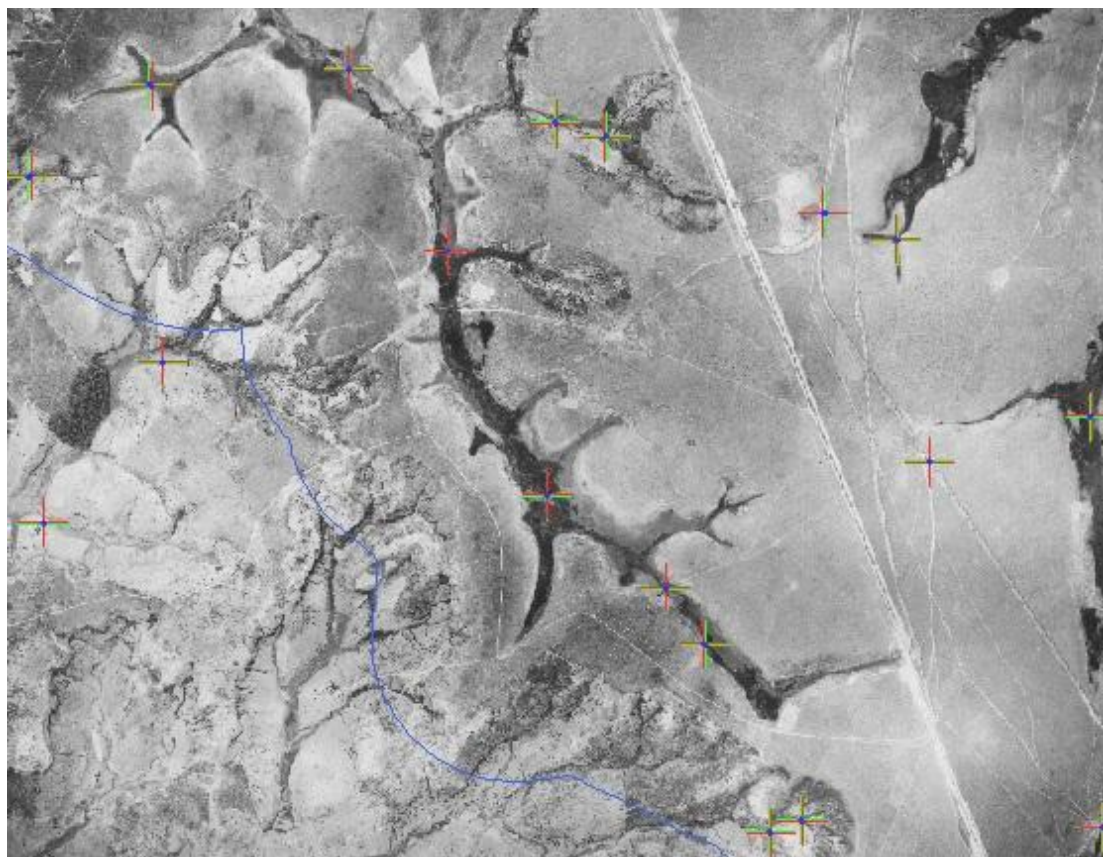


Figura 02: Exemplo de fotografia aérea em processo de registro.

### *Registro das Imagens dos Satélites*

As imagens RapidEye e IRS em formato .tiff foram registradas tomando-se de 25 a 30 pontos de controle e um polinômio de 1º grau com erro quadrático médio de 0,5 pixel. Os pontos de controle foram obtidos com base no ortofotomosaico do IBGE 2004 da área de estudo e cartas topográficas do exército no formato digital. As imagens IRS já vieram do fornecedor em um mosaico de duas cenas que cobrem toda área de estudo e em formato .tif. Foi necessário realizar o registro deste mosaico no software ENVI 4.7, que foi concluído com a obtenção de 25 pontos de controle bem distribuídos.

### *Aplicação de Contraste*

As imagens de sensores que possuem uma resolução radiométrica de 8 bit apresentam um intervalo de 256 níveis (tons de cinza) . De modo geral, os pixels das cenas não estão distribuídos em todo esse espectro, o que torna as imagens concentradas em determinados intervalos de níveis. Dessa forma, a operação de contraste tem como objetivo melhorar a qualidade visual dos alvos sem a perda de informações. Para tanto foi aplicada o contraste do tipo linear.

### *Geração de Composição Colorida*

A geração de composição colorida tem o objetivo de melhorar a qualidade visual da imagem em função do aumento da facilidade, ao olho humano, em distinguir feições coloridas quando comparado a tons de cinza. Foi então associada as cores azul (B) verde (G) e vermelho (R) as bandas 5, 4 e 3 do satélite RapidEye. O resultado foi a

geração de uma composição falsa-cor 5R4G3B, na qual a vegetação aparece na coloração vermelha e a água na coloração azul escuro. Foi utilizada essa combinação das bandas por representar melhor as variações espectrais dos alvos na bacia do Uberabinha. Para a geração de uma composição colorida, são necessárias 3 bandas espectrais de uma mesma cena. Como a imagem IRS só possui uma banda pancromática e as fotografias aéreas de 1964 apenas uma banda, não é possível aplicar esta operação nas mesmas.

### *Geração de Mosaico*

Após as operações anteriores, foi realizado o mosaico das imagens de satélite RapidEye e das fotografias aéreas. O mosaico é importante para todas as outras possíveis operações posteriores com os arquivos de imagens, pois é gerado apenas um arquivo do tipo *raster* para cada tipo de conjunto de imagens ou fotografias.

### **Elaboração dos Mapas**

Processo pelo qual foi realizado a identificação e mapeamento de toda a área de interesse. Consiste na identificação visual das diferentes feições contidas na área de estudo, com base na resposta da variação espectral dos alvos. Foi criada uma chave de fotointerpretação para análise da Carta Imagem RapidEye, o que possibilitou de maneira mais eficaz distinguir as categorias de uso e ocupação do solo nas áreas úmidas e APP (Quadro 03). De forma análoga, realizou-se uma chave de fotointerpretação para as fotografias aéreas de 1964 (Quadro 04).

<b>Categoria</b>	<b>Cor</b>	<b>Textura</b>	<b>Forma</b>	<b>Tamanho</b>
Cultura Anual	Azul/Avermelhado	Lisa	Regular	Médio/Grande
Cultura Perene	Avermelhado	Lisa/Rugosa	Regular	Pequeno/Médio
Silvicultura Pinus	Vermelho Escuro	Lisa	Regular	Pequeno/Grande
Silvicultura Eucalipto	Vermelho	Lisa	Regular	Pequeno/Grande
Silvicultura Cortada	Marrom	Lisa	Regular	Pequeno
Pasto	Avermelhado, Cinza	Lisa/Rugosa	Irregular	Pequeno/Médio
Cerrado	Vermelho	Rugosa	Irregular	Pequeno
Áreas Úmidas	Azul Escuro, Cinza	Rugosa	Irregular	Médio
Covoads	Azul Escuro, Cinza	Rugosa	Irregular	Pequeno
Mata	Vermelho	Rugosa	Irregular	Pequeno
Mineração	Branco/Esbranquiçado	Lisa	Regular	Pequeno
Corpos Hídricos	Azul escuro/ Preto	Lisa	Irregular	Pequeno
Área Urbana	Cinza claro/Preto	Rugosa	Regular	Médio

Quadro 03: Chave de fotointerpretação da Imagem RapidEye, bandas 5R4G3B, 2009.

Fonte: Borges, F. A., 2010.

<b>Categoria</b>	<b>Cor</b>	<b>Textura</b>	<b>Forma</b>	<b>Tamanho</b>
Cultura Perene	Cinza Escuro	Rugosa	Regular	Pequeno
Pasto	Cinza	Lisa	Irregular	Pequeno/Médio
Cerrado	Cinza	Lisa/Rugosa	Irregular	Grande
Áreas Úmidas	Cinza Escuro/Claro	Lisa/Rugosa	Irregular	Médio/Grande
Covoads	Escuro	Rugosa	Irregular	Pequeno/Grande
Mata	Cinza Escuro	Rugosa	Irregular	Pequeno/Médio
Mineração	Branco/Cinza	Lisa	Regular	Pequeno
Cursos D'água	Cinza Escuro/Preto	Lisa	Irregular	Pequeno

Quadro 04: Chave de fotointerpretação do fotomosaico de fotografias aéreas 1964.

Fonte: Borges, F. A., 2010.

No ambiente dos softwares de SIG utilizados foram realizados, além das atividades de pré-processamento e confecção da base cartográfica, o mapeamento das áreas úmidas e das áreas de preservação permanente da porção de alto e médio curso da bacia hidrográfica do rio Uberabinha.

Realizou-se o mapeamento dessas áreas para o ano de 1964 com as fotografias aéreas e também de 2009 com uso das imagens RapidEye. As análises desses arquivos do tipo *raster* ocorreram de maneira a identificar e delimitar as áreas úmidas e APP separadamente, bem como identificar tipos de vegetação e de impactos ambientais no âmbito dessas áreas. Posteriormente, foi realizado no ambiente do ArcInfo, a sobreposição e subtração de área para que fosse possível identificar e relacionar as áreas tanto em mapa gerado como em quadros.

Os mapas de vegetação de 1964 e de 2009 foram realizados com base na resposta da variação espectral dos alvos com base na classificação da vegetação em duas classes. A primeira classe abrange os tipos de vegetação de porte arbóreo, com porte denso. Esta classe foi denominada de formações florestais. A outra categoria foi denominada de formações savânicas, por representar os tipos de vegetação de porte ralo, com vegetação de porte arbustivo ou herbácea mais esparsa, além das áreas de campos que apresentam apenas gramíneas e ciperáceas.

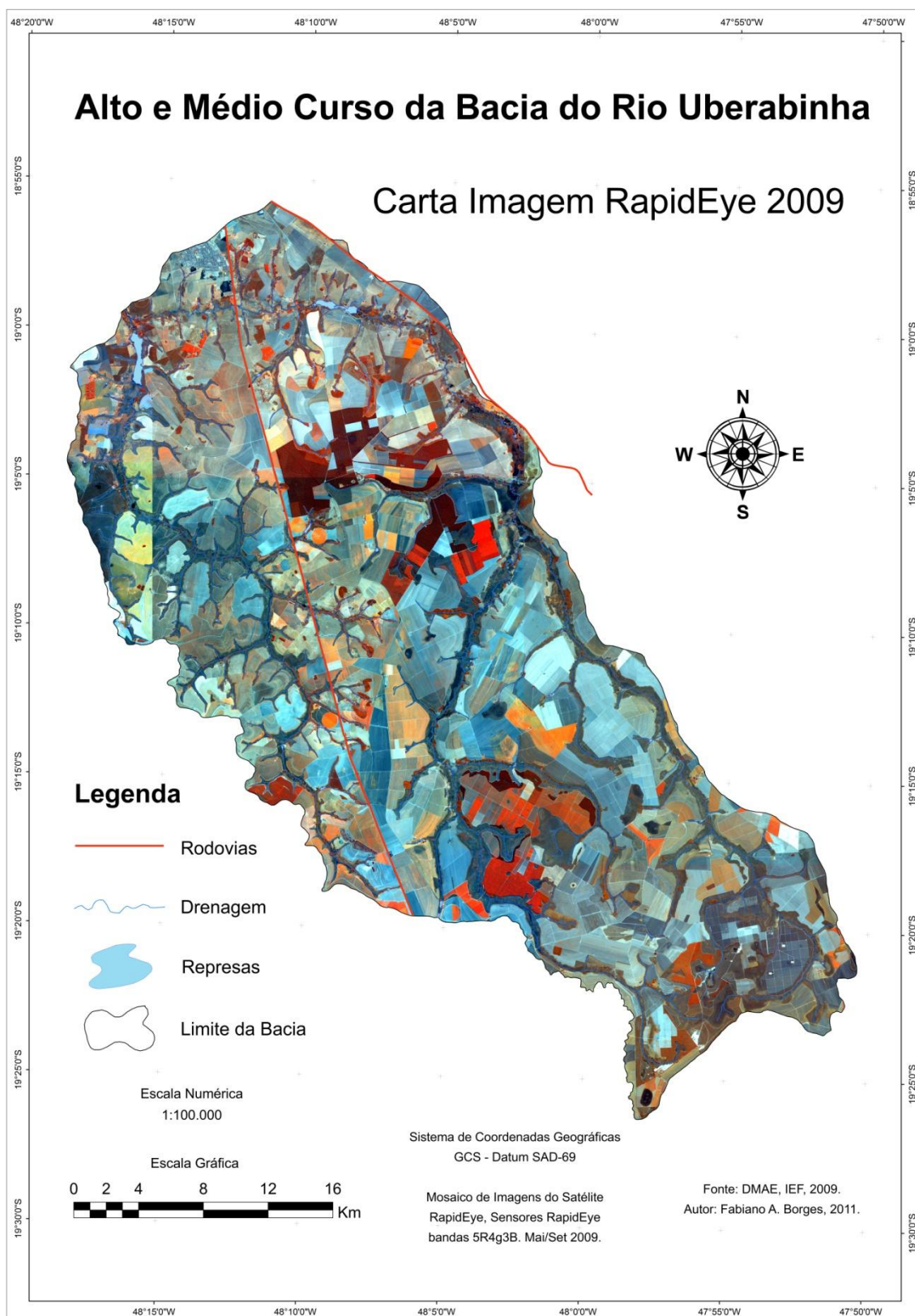
## **SAÍDAS A CAMPO**

As saídas a campo constituíram uma etapa fundamental para o desenvolvimento do trabalho. Primeiramente as idas a campo foram definidas para o levantamento empírico da área de estudo, importante para a sua caracterização. Posteriormente, visitas foram realizadas para a identificação dos tipos de vegetação nativa encontrados, bem como outras informações relevantes para a sua caracterização. Os trabalhos de campo foram importantes também para as operações relacionadas ao geoprocessamento, como o levantamento de pontos de controle para cálculo do erro quadrático médio das imagens

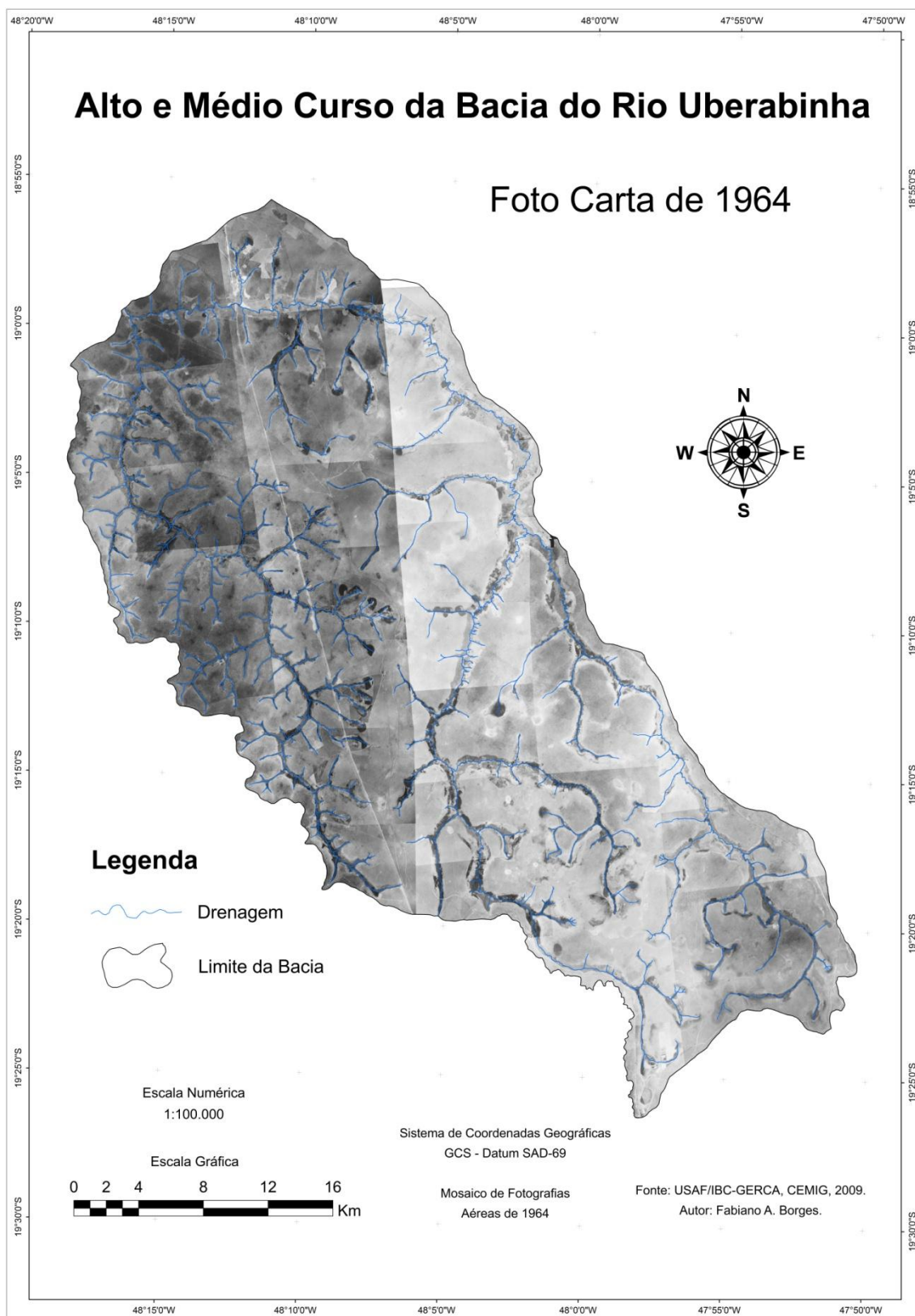
com a finalidade de validar o trabalho de sensoriamento remoto e cartografia. Finalmente, mais trabalhos empíricos foram necessários para a confirmação e adequação das informações do mapeamento das áreas úmidas e das APP, e para a caracterização dos estádios de degradação e tipos de usos do solo que ocupam inadequadamente essas áreas.

O mapa 03 mostra a carta imagem da bacia do rio Uberabinha referente às imagens RapidEye. No mapa 04 é mostrada a carta imagem da mesma área com fotografias aéreas.





Mapa 03: Carta Imagem da área de estudo no ano de 2009.



Mapa 04: Fotocarta da área de estudo no ano de 1964.

## **CAPÍTULO 5**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **Características das Áreas Úmidas e de Preservação Permanente**

O mapa 05 mostra as áreas úmidas no ano de 1964 na bacia do Uberabinha, cujas áreas correspondem a um total de 354,17 km<sup>2</sup>, o equivalente a 28,26 % das porções de alto e médio curso da bacia do rio Uberabinha que abrange uma área de 1.253,21 km<sup>2</sup>.

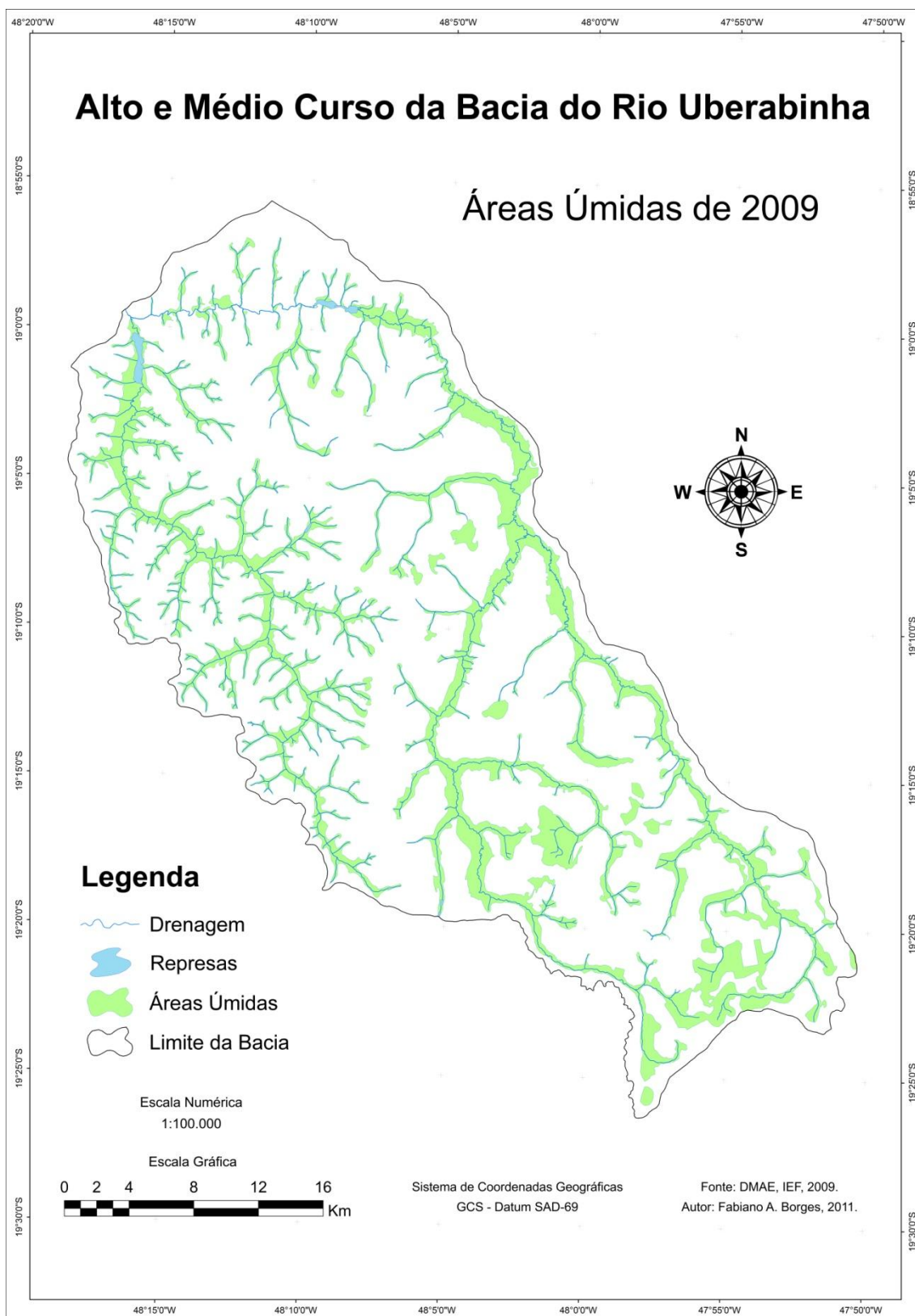
Nesse período foi possível observar nas fotografias a presença relativamente elevada de covaais de cabeceira na porção de alto curso. Os aspectos peculiares que apresentam em fotografias aéreas verticais possibilitaram uma maior facilidade no reconhecimento dessas áreas. Desse modo, foi possível verificar que as áreas mais representativas encontram-se à montante da confluência do ribeirão Beija Flor e rio Uberabinha. Como já descrito nos trabalhos de Schneider (1996), Soares (2002 e 2008) e Nishiyama (1998 e 2008), as áreas dessa porção da bacia do Uberabinha são constituídas por características geológicas e hidrogeológicas que permitem o armazenamento de água em superfície e o seu lento escoamento em subsuperfície, o que representa uma importância fundamental no abastecimento dos cursos d'água e garante a perenidade dos mesmos.

O mapa 06, referente ao mapeamento das áreas úmidas de 2009 na bacia do rio Uberabinha, mostra que o montante dessas áreas corresponde a 271 km<sup>2</sup> ou 21,62% da área de estudo.



Mapa 05: Áreas Úmidas de 1964.



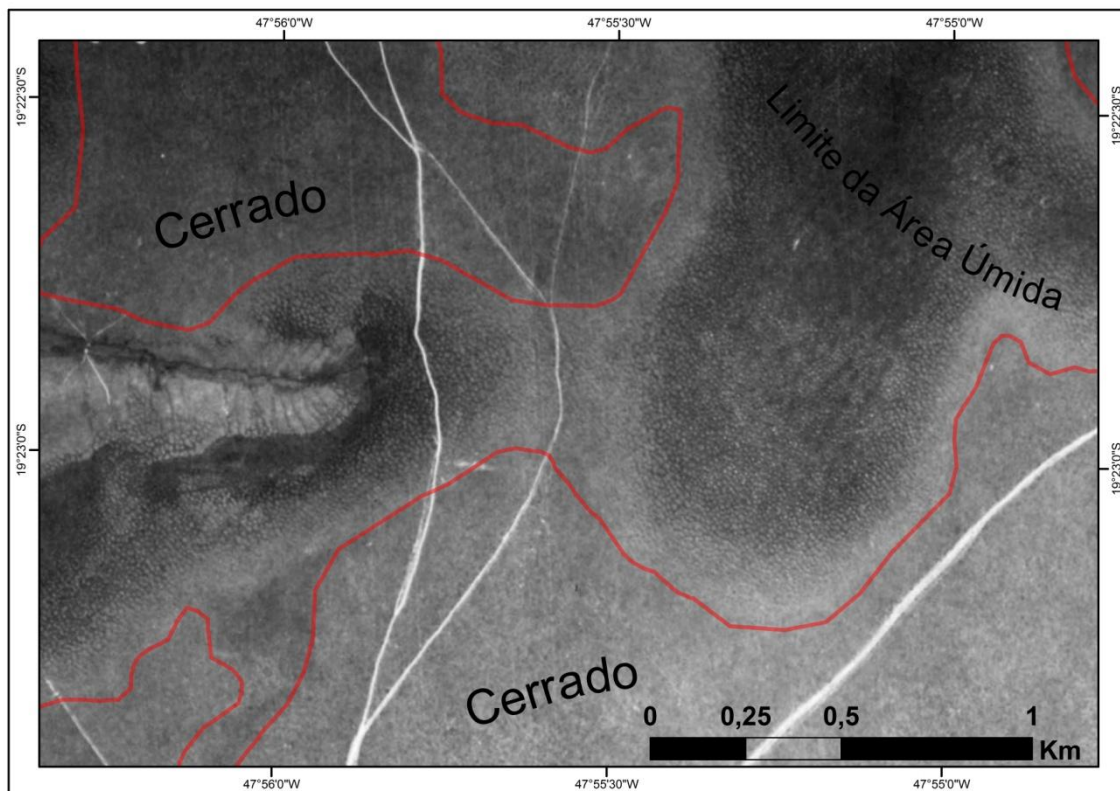


Mapa 06: Áreas Úmidas de 2009.

A diferença de áreas úmidas foi de 83,18 km<sup>2</sup>, cujo valor em hectares representa 8.318 ha. Essas áreas em 2009 representavam 76,51% das áreas úmidas de 1964. Praticamente um quarto do total foi descaracterizado e incorporado às atividades econômicas de diferentes tipos de usos do solo. Na área de estudo, houve uma redução da ordem de 6,64% da representatividade das áreas úmidas.

Se fossem considerados os valores obtidos por Schneider (1996) para o mapa de uso do solo de 1994, ao afirmar que de 1964 a 1994 foram reduzidos 6.244 ha de campos úmidos, e os valores obtidos nesta pesquisa para 2009, pode-se afirmar que teria sido reduzida de 1994 a 2009 uma área equivalente a 2.074 ha. À medida que as áreas úmidas são gradativamente reduzidas pela ação antrópica, vai se tornando concomitantemente mais difícil essa assimilação em razão da maior proximidade e quantidade de água nas áreas úmidas mais internas, próximas dos cursos d'água. Por outro lado, à medida que as áreas de recarga, que armazenam periodicamente água em superfície, são reduzidas, menor é a capacidade de armazenamento de água, o que propicia solos mais secos. Desse modo, a tendência de ocupação das áreas hidromórficas é contínua, porém, a uma velocidade menor.

Os campos de murundus são amplamente observados nas fotografias de 1964. No detalhe é observado um exemplo do aspecto dessas áreas. A presença desses campos é notória na porção de alto curso. Como mostra o mapa 07, percebe-se a presença de covoal de cabeceira (dentro do limite da área úmida) que liga dois cursos d'água na porção de alto curso do rio Uberabinha.



Mapa 07: Covoal de Cabeceira dentro do limite da área úmida.

Fonte: USAF, 1964. Elaboração: Borges, F. A, 2011.

Como afirma Nishiyama (2008), covoais podem ser considerados como sendo nascentes difusas, uma vez que não existe um ponto específico a ser considerado como nascente, mas sim toda uma área a qual participa do abastecimento do curso d'água. Além disso, o mapa 07 permite observar que a recarga hídrica pode, a partir de uma única área de covoal de cabeceira, abastecer em superfície, diversos cursos d'água. Embora não seja possível observar no mapa, a recarga também acontece via subsuperfície. Soares (2008) ao utilizar traçadores químicos para avaliar o movimento da água em subsuperfície, em uma área de cabeceira do ribeirão Beija Flor com características geomorfológicas de médias e suaves encostas, identificou que a circulação do nível freático ocorre primeiramente rumo a áreas deprimidas de topo, lagoas e covoais, seguidamente de forma radial e, por fim, no sentido vertical.



Uma característica bem visível, que está associada às áreas hidromórficas, é que estas são bastante homogêneas. Pelas próprias características do relevo, os campos hidromórficos são mais largos no vale do ribeirão Beija Flor e no rio Uberabinha, cursos de maior porte d'água. Isso acontece não só porque podem ser considerados os cursos d'água principais nesta porção da bacia, mas porque os vales fluviais são bem amplos, suaves e apresentam anfiteatros bastante achatados e relevo ainda pouco desenvolvido. Essa paisagem já não é semelhante à bacia do ribeirão Bom Jardim em razão desta apresentar características fisiográficas mais peculiares, diferentes daquelas do alto curso da bacia, onde o relevo se encontra numa região mediana entre o relevo dissecado e a chapada do Uberabinha, como afirma Feltran Filho (1997).

Na sequência das fotos 01 e 02 é possível observar características do vale do ribeirão Beija Flor que representa claramente as informações descritas sobre o alto curso da bacia. Já a foto 03 mostra um afluente do ribeirão Bom Jardim que também exemplifica os aspectos de vale com grau de dissecação mais proeminente.



Foto 01: Detalhe do Campo hidromórfico no vale do ribeirão Beija-Flor.

Autor: Borges, R. F., 2011.



Foto 02: Vista de cima do vale do mesmo local da que a foto 01.

Autor: Borges, R. F., 2011.



Foto 03: Vista de cima do vale do ribeirão Bom Jardim.

Autor: Borges, R. F., 2010.

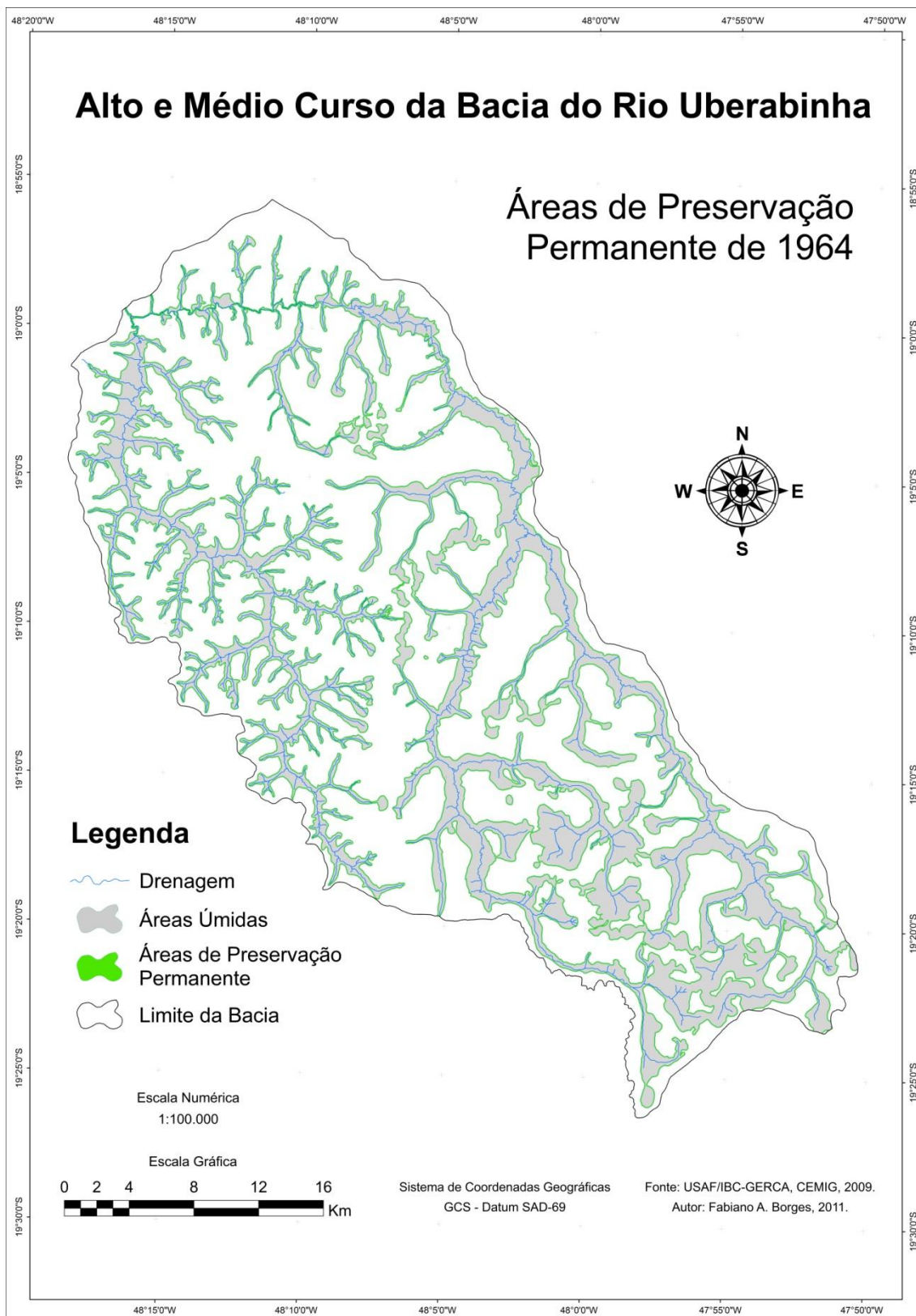
Os mapas 08 e 09, referentes aos mapas de APP dos anos de 1964 e 2009, respectivamente, mostram a disposição das APP. Considerando as APP nos anos de 1964 e 2009 houve uma perda de 11,56 km<sup>2</sup> de área. Esses dados incluem apenas as APP delimitadas conforme a legislação ambiental. Estão incluídas as APP descaracterizadas ou suprimidas pelas atividades produtivas.

A maioria dos cursos d'água da porção de alto curso apresentava maiores larguras da área úmida. Pautado na legislação ambiental vigente, se essas espessuras se mantivessem, a quantidade de APP também seria maior.

A área total das APP em 1964 corresponderia a um percentual de 18,0 %, o que equivale a 77,76 km<sup>2</sup> (7.776 ha) da soma das áreas de proteção ambiental (APP e áreas hidromórficas) que representavam 431,92 km<sup>2</sup>. As maiores perdas foram observadas na porção a montante da confluência do ribeirão Beija Flor com o rio Uberabinha.

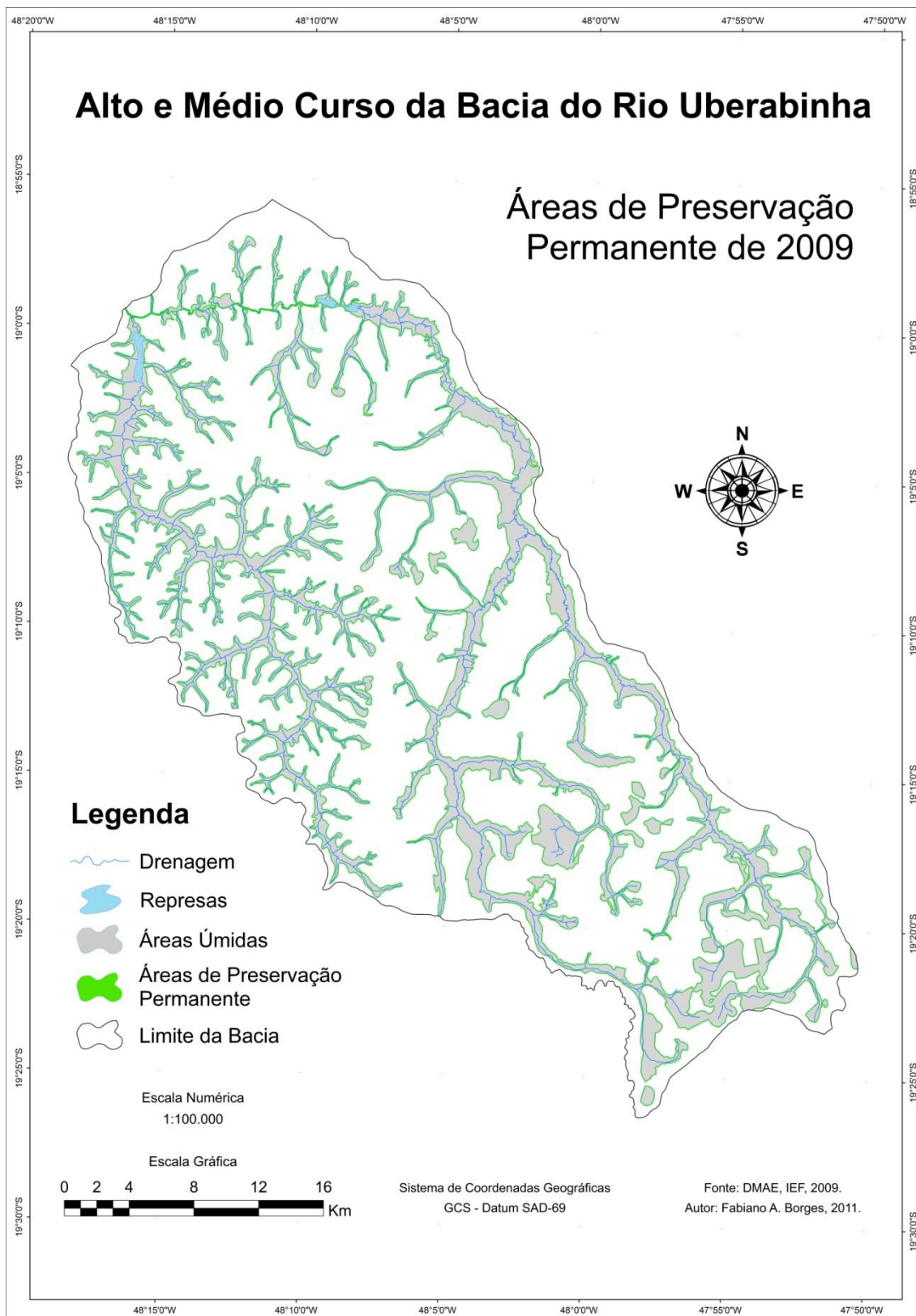
Em 2009 as APP totalizaram 66,18 km<sup>2</sup>, equivalente a 6.618 ha. O percentual de APP comparado com as áreas de proteção ambiental em 2009 corresponderia a 19,63% do total de 337,18 km<sup>2</sup>. Se a área de APP de 2009 fosse comparada com as áreas de proteção ambiental de 1964, o percentual de 19,63 reduziria para 15,32 %.

A redução de 11,58 km<sup>2</sup> nas APP no período de 1964 para 2009 foi considerada somente com relação as áreas úmidas e a legislação pertinente, entretanto, como muitas APP encontram-se degradadas e incorporadas aos processos produtivos, a redução dessas áreas é ainda maior do que o valor obtido.



Mapa 08: Áreas de Preservação Permanente de 1964.





Mapa 09: Áreas de Preservação Permanente de 2009.

## **Mapeamento da Vegetação na Área de Estudo**

Como descrito na metodologia, a forma utilizada para a diferenciação da vegetação na área de estudo foi distinta em formações savânicas e formações florestais.

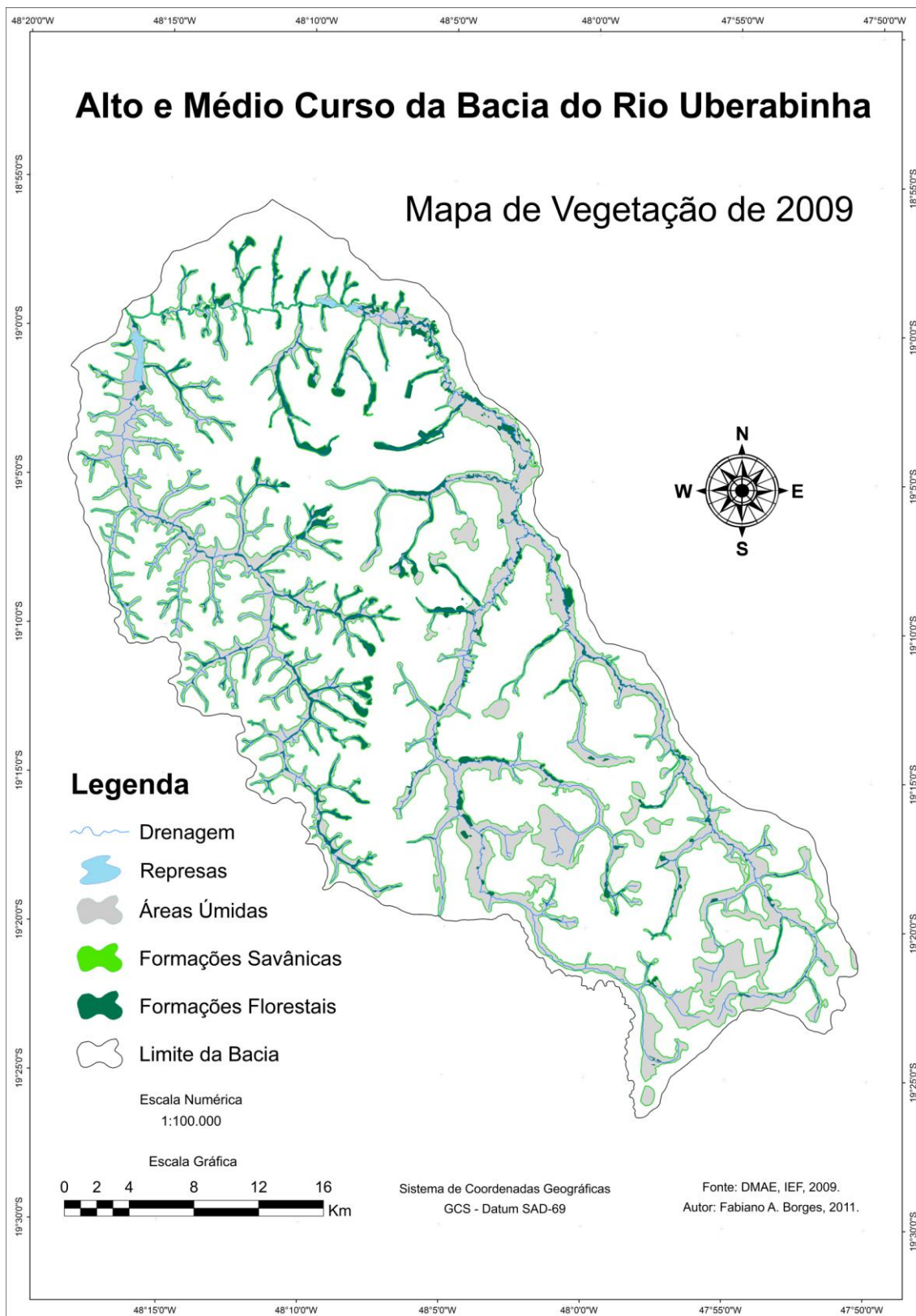
O mapa 10 referente ao mapeamento da vegetação de 2009 mostra a espacialização dos tipos de vegetação. Já o mapa 11 mostra o mapeamento referente ao ano de 1964. As formações savânicas representam (no mapa 10) um percentual de 58,11% com relação ao percentual de 41,89% das formações florestais com valores em km<sup>2</sup> de 64,35 e 46,40 respectivamente. Neste ponto, em termos de representatividade percentual, houve uma diferença entre o mapa de 1964 e o mapa de 2009, em que o percentual de formações florestais aumentou de 39,03% para 41,89%. Entretanto, em termos de APP, houve uma redução na área. Em 1964 em essa área representava 77,76 km<sup>2</sup>, sendo em 2009 de 66,02 km<sup>2</sup>,

Embora nos valores percentuais de 1964 e 2009 tenha ocorrido um aumento, houve, na verdade, uma redução nas áreas de formações savânicas com a diminuição das áreas úmidas. Ao observar essa classe de vegetação, percebe-se uma redução de 75,84 km<sup>2</sup> para 64,35 km<sup>2</sup>. Na classe de formações florestais houve uma redução de 48,54 km<sup>2</sup> para 46,40 km<sup>2</sup>.

As formações savânicas tiveram uma redução de 11,49 km<sup>2</sup> e redução de 2,14 km<sup>2</sup> da vegetação mais densa. A explicação para essa diferença está relacionada com a localização de cada conjunto vegetacional. A vegetação da categoria florestal encontra-se concentrada nas áreas úmidas, onde a interferência antrópica foi menos intensa. Ao contrário, a vegetação de porte savânico, encontrada mais amplamente nas APP, é mais

fácil de ser incorporada aos processos produtivos, devido o porte menos denso, solos menos úmidos, entre outros fatores, foi palco da maior supressão e descaracterização.





Mapa 10: Vegetação em 2009.



Mapa 11: Vegetação em 1964.

Pelo quadro 05 visualiza-se os valores de cada tipo de vegetação em cada uma das épocas analisadas.

Tipos de Formações	Área em 1964		Área em 2009	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
Florestais	48,54	39,03	46,40	41,89
Savânicas	75,84	60,97	64,35	58,11
Total	124,38	100	110,75	100

Quadro 05: Representação por área das classes de vegetação nos anos de 1964 e 2009.

Elab.: Borges, F. A., 2011

Na área de estudo, a maior interferência na vegetação ocorreu na porção de alto curso do rio Uberabinha. Atualmente, a maior ocupação dessas áreas está associada às atividades agrícolas, seguida por atividades pastoris.

As áreas úmidas e APP descaracterizadas encontram-se em diferentes níveis de degradação. Muitas dessas áreas estão em um estágio avançado de deterioração, cuja reabilitação não seria possível ocorrer de modo natural. Nesse panorama, as atividades agrícolas, além das minerárias, cujo uso do solo seria irreversível para a recomposição vegetal, estão entre os tipos de uso com maior descaracterização do ambiente. As áreas que apresentam maiores aglomerações dessas características são a porção de alto curso do rio Uberabinha, especialmente na porção a montante da confluência do rio Uberabinha e ribeirão Beija Flor. Na bacia do ribeirão Bom Jardim, sua porção mais próxima da nascente também estaria enquadrada nessas características.

### **Impactos Ambientais nas Áreas Úmidas e APP**

Costa et. al. (2007), Costa e Nishiyama (2008) e Costa (2009), ao realizarem trabalhos de permeabilidade do solo e penetrômetro de impacto na porção de alto e médio curso da bacia do rio Uberabinha, afirmam que os tipos de uso do solo interferem na permeabilidade do mesmo. Os resultados mostraram que os menores índices de permeabilidade ocorreram em tipos de uso ocupados com pastagem e agricultura. A diferença de permeabilidade de água no solo entre estes tipos de uso do solo com o de cerrado nativo chegou a ser seis vezes maior na área de vegetação de cerrado.

Soares (2008) afirma que a compactação superficial do solo, a incorporação de áreas úmidas por áreas produtivas e, de forma secundária, as intervenções em APP para atividades de mineração, impactaram sobremaneira a dinâmica hidrológica da bacia, especialmente na recarga da zona saturada freática.

Observou-se na área de estudo inúmeros impactos ambientais que acontecem em áreas úmidas ou de preservação permanente. As fotos 04, 05 e 06 mostram a seqüência de uma área na bacia do alto curso do rio Uberabinha, um afluente do córrego Rancharia.

A área no entorno é ocupada por florestas de pinus e eucaliptos, e culturas temporárias, no caso destas fotos, a soja. A fotografia 04 mostra a área de um covoal de cabeceira que abastece a nascente do curso d'água. Notar nesta foto, a presença de alguns pinus, em função da proximidade com a área de pinus.



Foto 04: Covoal de cabeceira do afluente do córrego Rancharia.

Autor: BORGES, F. A., 2011

Na foto 05, vista de outro ângulo, observa-se o mesmo covoal. Na parte direita há uma estrada que o divide, o canal do córrego ao centro da foto e, na parte esquerda, o curso hídrico. É possível observar que a estrada divide o covoal, área de nascente do córrego. Por baixo da estrada, há uma manilha que faz a ligação entre o covoal e o curso d'água para evitar o alagamento da via durante o período chuvoso. Observa-se na foto 06 a continuação do curso d'água citado na foto 05. Nota-se que o curso não possui APP, pois foi totalmente suprimida pelo cultivo de culturas de ciclo temporário. Notar também na parte esquerda desta figura que o curso d'água encontra-se praticamente seco.





Foto 05: Estrada vicinal que corta o covoal (direita) e o curso d'água (esquerda).

Autor: BORGES, F. A., 2011.



Foto 06: Afluente do córrego Rancharia onde ainda seria área de nascente. Atentar para o leito do curso d'água seco.

Autor: BORGES, F. A., 2011.

Ao observar as figuras 03 e 04, referentes ao detalhe das fotografias aéreas de 1964 e com as imagens de satélite de 2009, respectivamente, é possível verificar que as áreas úmidas dessa região foram drasticamente reduzidas. Embora não seja claramente visualizada na figura 03 em função da escala, há uma continuidade entre o covoal e o curso d'água quando observado no estereoscópio ou em tela do computador. Apesar da assimilação observada nas fotos de campo, a figura 04 mostra uma estreita ligação entre os dois lados.

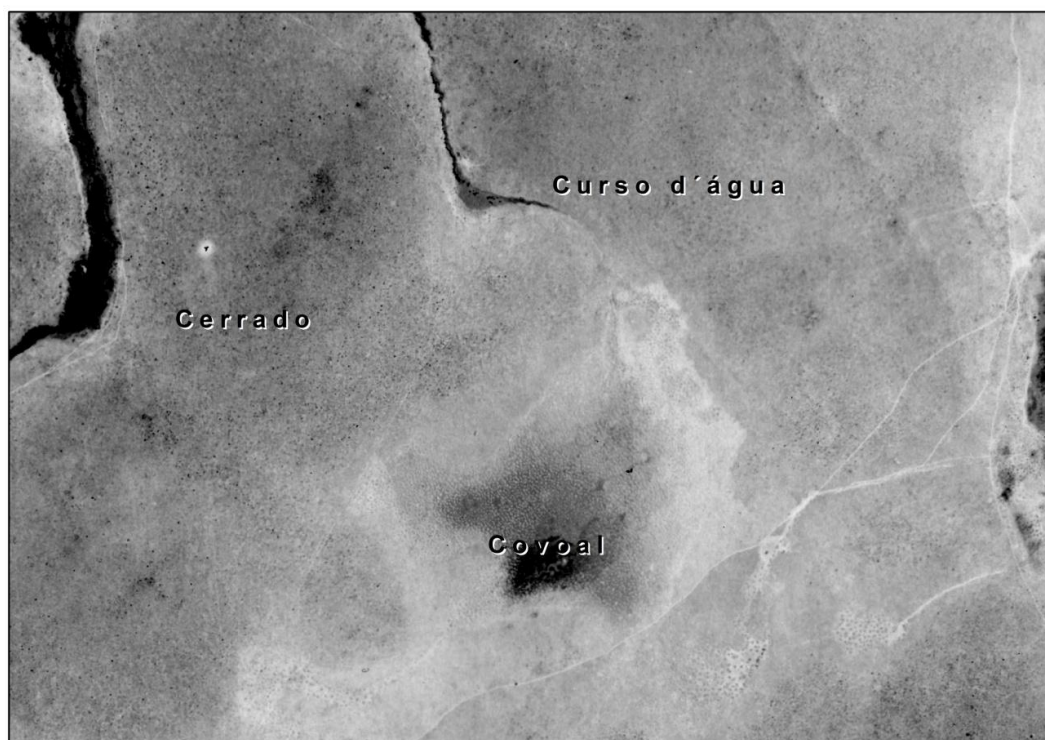


Figura 03: Área de nascente do afluente do córrego Rancharia em 1964.

Elab.: Borges, F. A., 2011.



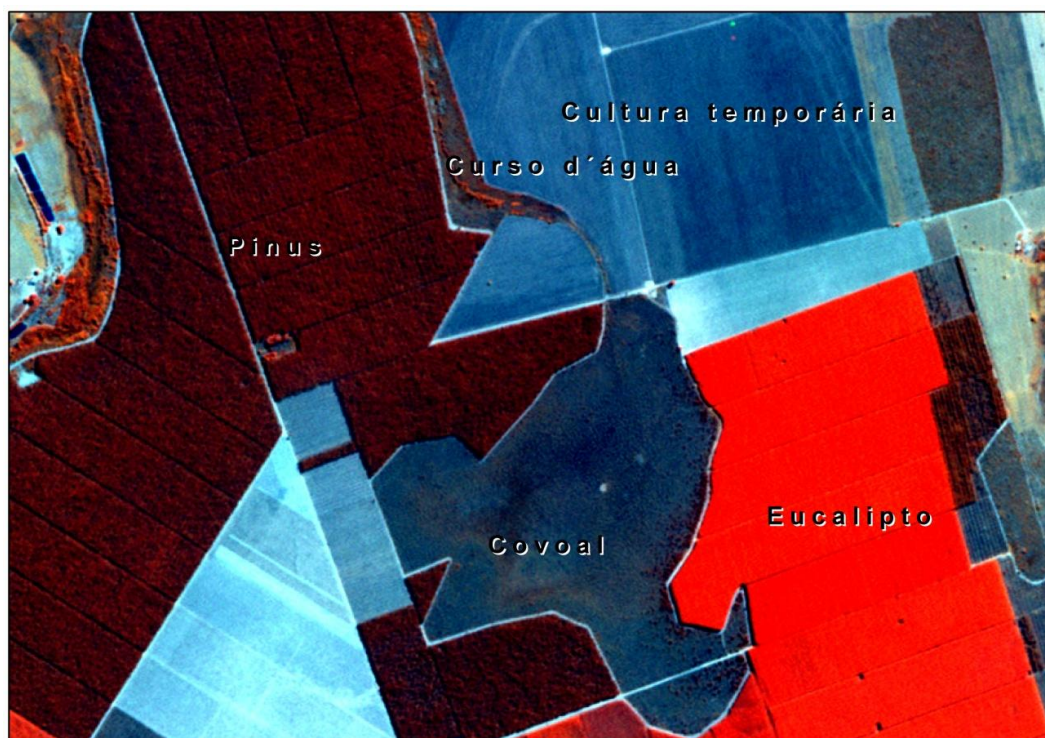


Figura 04: Área de nascente do afluente do córrego Rancharia em 2009.

Elab.: Borges, F. A., 2011.

Na bacia do ribeirão Beija-Flor, próximo ao divisor de águas com o ribeirão Bom Jardim, observa-se no mosaico de fotografias aéreas de 1964 (Figura 05) e de imagens RapidEye de 2009 (Figura 06) que o covoal de cabeceira estabelecia ligação com o afluente do ribeirão Bom Jardim e com afluentes do ribeirão Beija Flor. Embora essa área tenha sido incorporada ao processo produtivo, é possível observar características reliquias, as quais denunciam a transformação ocorrida. Nota-se nessa foto, que a área é relativamente plana, sendo que este covoal de cabeceira, também contribui para recarga dos afluentes do ribeirão Bom Jardim. Quando a figura 06 é comparada com a figura 05, percebe-se que esse covoal ligava-se superficialmente com o afluente do ribeirão Bom Jardim. Além disso, sugere-se também uma conexão superficial com o afluente do Beija-Flor.



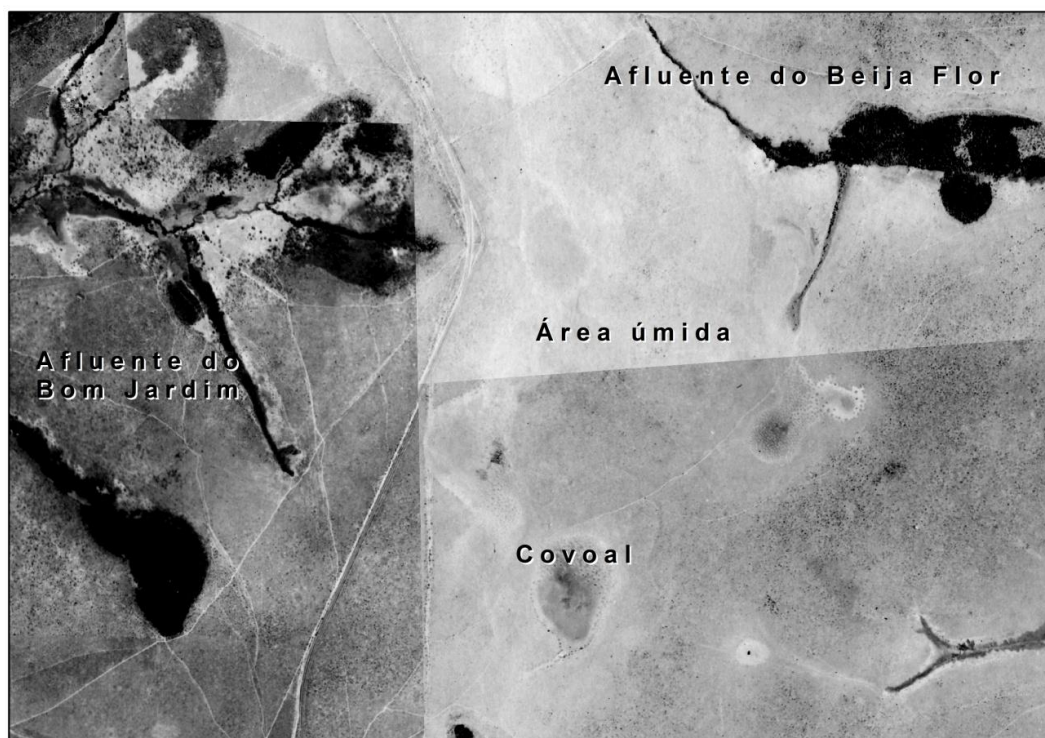


Figura 05: Área úmida em 1964.

Elab.: Borges, F. A., 2011.

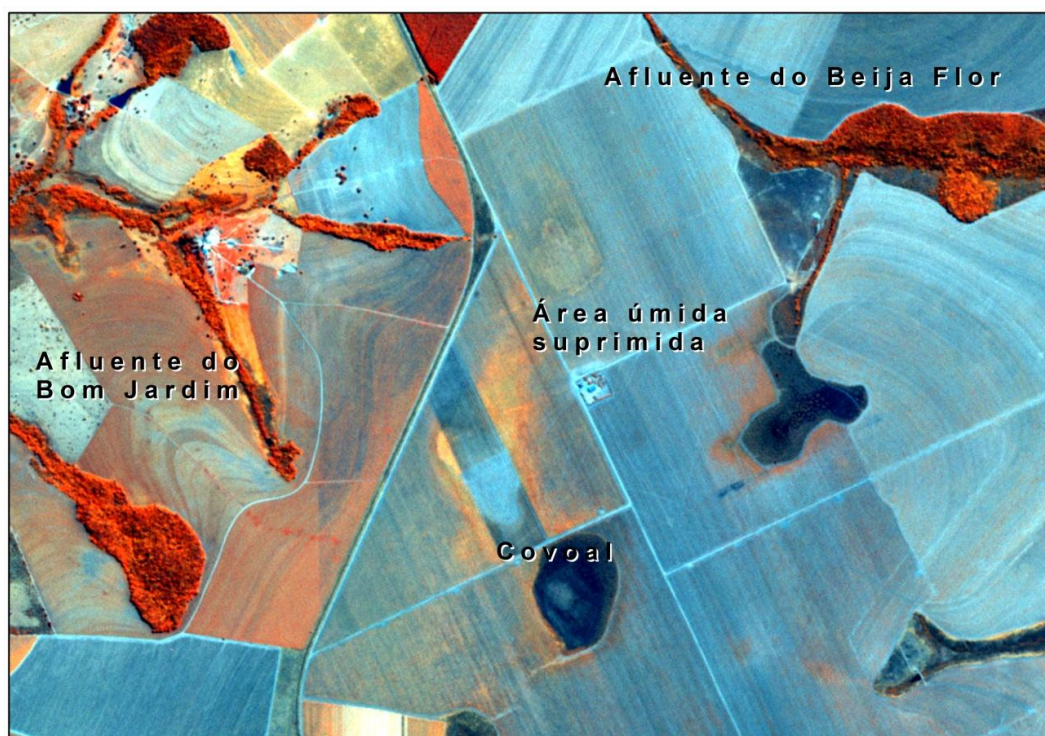


Figura 06: Área úmida incorporada a atividade agrícola. Atentar para os aspectos reliquiais da área úmida.

Elab.: Borges, F. A., 2011.

As atividades agrícolas e pastoris representam os tipos de usos do solo com maior incidência verificada na área de estudo. Em praticamente toda a área é possível observar a utilização inadequada do solo em áreas úmidas e de preservação permanente.

A assimilação gradativa das áreas de preservação permanente e de áreas úmidas ocorre ao longo de muitas décadas. No caso da pastagem, uma prática amplamente empregada é o livre acesso do gado nessas áreas. Pautado na legislação ambiental, em áreas onde há a criação de animais, é necessário o cercamento da propriedade no limite da área produtiva com a área de preservação permanente, entretanto, não houve indícios em áreas de pastagem de diversas propriedades rurais da presença de cerca. Assim, o acesso do gado em APP ou áreas hidromórficas foi bastante visível. Um dos impactos mais freqüentes é a compactação do solo em função do pisoteamento do gado. A compactação impede a vegetação nativa de se estabelecer no local pisoteado, culminando na concentração de escoamento d'água e conseqüente erosão. O material carregado da erosão é transportado para os canais fluviais e contribuem para o assoreamento dos cursos d'água, bem como para a redução da qualidade da água.

A foto 07 mostra a utilização de um covoal para atividade pastoril. Nesse covoal foi possível observar o solo ainda encharcado. A foto 08 mostra a presença de gado em área úmida no vale do ribeirão Beija Flor. Nota-se nesta foto o acesso irrestrito do gado nesses locais.





Foto 07: Uso de covoal para atividade pastoril.

Autor: Borges, F. A., 2010.



Foto 08: Estrada que corta o ribeirão Beija Flor. Notar o acesso livre do gado em área úmida e APP.

Autor: Borges, R. F., 2011.

A assimilação das áreas de preservação e úmidas pela agricultura é uma prática contínua na região. Observa-se freqüentemente a área úmida suprimida parcialmente e delimitada por áreas de plantio, sem a presença de APP.

Na porção de alto curso do Uberabinha, é comumente visível a supressão dessas áreas úmidas para o plantio de cultivares como cana, soja e milho. Schneider (1996) destaca com uma série de fotografias aéreas de algumas áreas que foram incorporadas para o uso agrícola. Soares (2008) registra um momento de aplicação de defensivos agrícolas por aviões em plantação de soja que se encontra em área úmida. Essa prática de aplicação de produtos agrotóxicos é incisiva para a contaminação dos corpos hídricos locais, que abastecem a população de Uberlândia. Aspectos como as características dos solos de áreas úmidas reafirmam a ocupação dessas áreas. A incorporação dessas áreas ao setor produtivo acontece muitas vezes com a adoção de técnicas de drenagem da água superficial para rebaixamento da zona freática e conseqüente aptidão a ocupação do solo.

Dentre as principais alterações no meio físico da bacia do rio Uberabinha, encontram-se aquelas resultantes da ocupação de covaais, que tem por finalidade aumentar áreas produtivas, especialmente para o uso de atividades agrícolas, fazendo supressão de áreas úmidas. Os covaais representam um sistema fundamental para o abastecimento do aquífero freático, pois são responsáveis por alimentar a zona saturada, seja via superfície, seja via subsuperfície, são, portanto, um reservatório natural de água, que abastece as nascentes do rio. Para a ocupação destas áreas para a agricultura, valas de drenagem foram feitas no solo para promover o escoamento da água em superfície, direcionando a água antes armazenada em superfície para drenos até atingir o curso

d'água diretamente. Essa prática foi banida devido à pressão ambiental, contudo, a ocupação agrícola dessas áreas ainda é comum.

A sequência de três fotos a seguir mostra uma área de covoal no entorno da nascente do rio Uberabinha e divisor de água com a bacia do rio Claro. Pode ser observado na foto 09 referente ao período chuvoso de 2005 a 2006, uma vala de drenagem para retirada da água armazenada no covoal, bem como a presença de vestígios de plantação de milho.



Foto 09: Dreno em área úmida incorporada à agricultura. Período chuvoso 2005/06.

Autor: Borges, F. A., 2006.

Na foto 10 é possível visualizar uma vala de drenagem aterrada na mesma área que a foto 09. Esta foto foi registrada no ano de 2006 no período chuvoso de 2006 a 2007. Neste período foi plantada a cultura de soja.

Observa-se na foto 10 que onde a vala de drenagem foi aterrada, houve maior acúmulo de água e a plantação de soja não resistiu a esse volume hídrico excessivo.





Foto 10: Dreno aterrado em área úmida incorporada à agricultura. Período chuvoso 2006/07.

Autor: Borges, F. A., 2006.

Na foto 11, que mostra a mesma área que as outras duas fotos anteriores, observa-se que a utilização dessa área para o plantio de culturas temporárias ainda é empregado. Embora tenha ocorrido o aterramento de drenos, a área continua a ser utilizada para a plantação de culturas de cultivo temporário. Nesses casos, os riscos de contaminação da água em razão da aplicação de agrotóxicos utilizados na agricultura são ainda maiores.



Foto 11: Dreno aterrado em área úmida incorporada à agricultura. Período chuvoso 2011/12.

Autor: Borges, F. A., 2006.

A silvicultura é um tipo de uso do solo que, como escrito anteriormente, surgiu na região com facilidades criadas de ordem governamental, na década de 1970. As áreas destinadas a grandes plantações de pinus e eucaliptus há muito tempo deixou de ser a principal atividade produtiva na área da bacia, entretanto, apresenta um aspecto importante. As áreas utilizadas para o plantio dessas florestas homogêneas (SCHNEIDER, 1996) denotam um limite com áreas úmidas às vezes com aspecto geométrico, especialmente na região de alto curso da bacia onde há maior concentração dessas florestas. Um dos problemas verificado é que algumas áreas úmidas de 1964 dessa região foram suprimidas e descaracterizadas completamente.

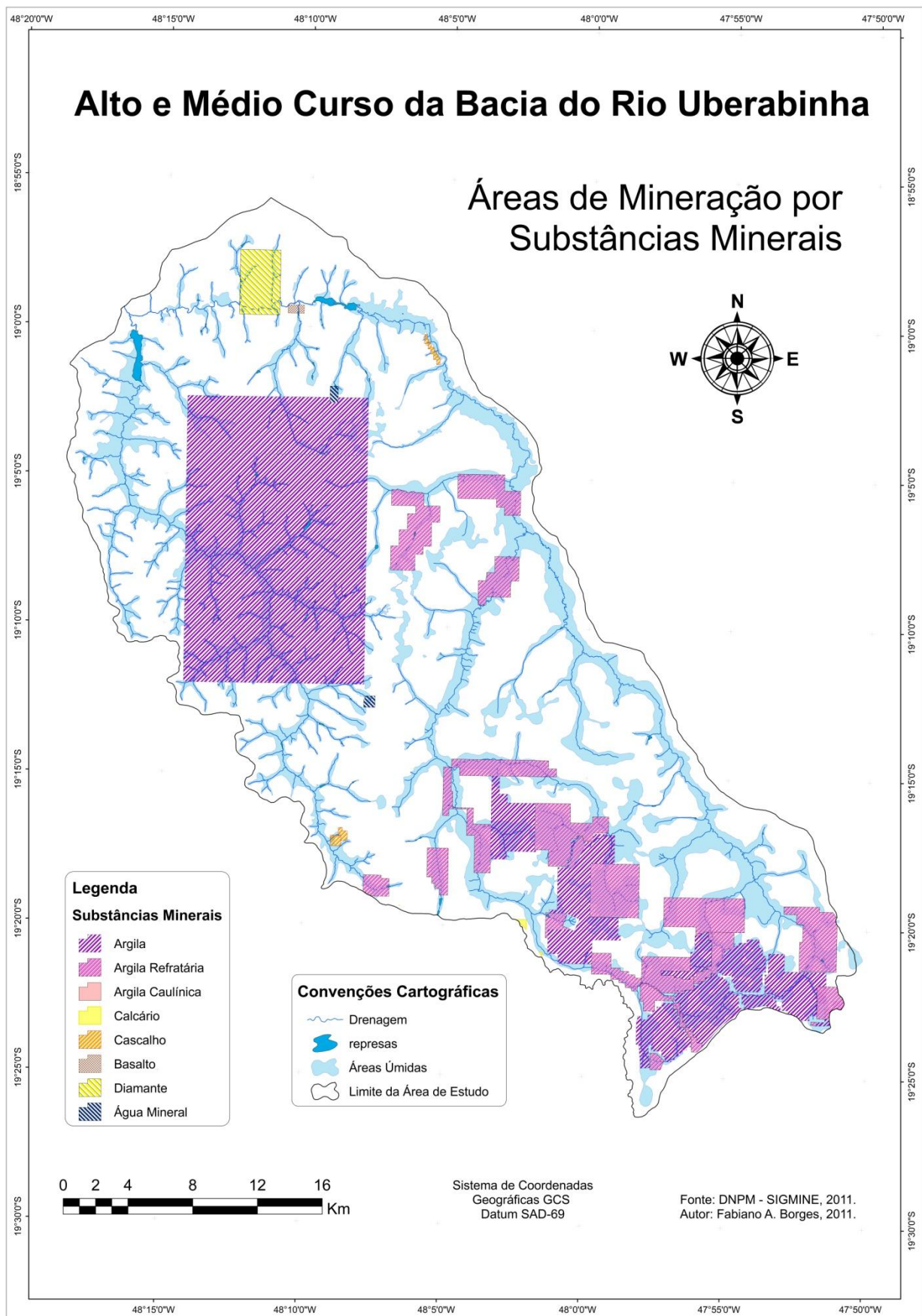
A mineração, outra atividade empregada na área de estudo, representa segundo os dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), uma parcela considerável na área da bacia, especialmente na porção de alto curso do rio Uberabinha.

As cavas de exploração presentes na imagem de 2009, em termos de área ocupada, não representam uma área relativamente elevada. Entretanto o maior problema desse tipo de uso do solo está relacionado à quantidade de áreas licenciadas para exploração mineral.

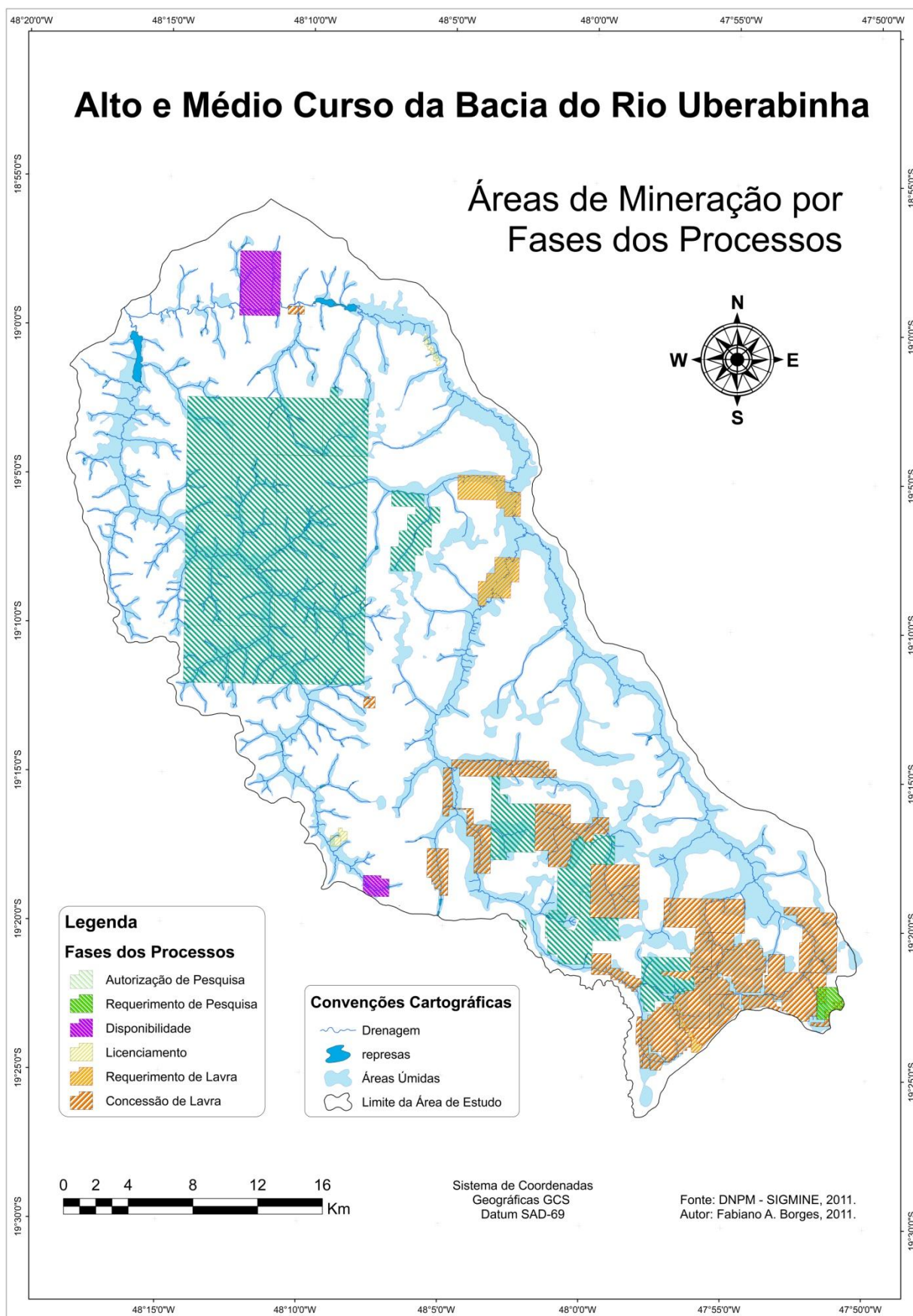
Schneider (1991) descreve que as áreas de covaais estão associadas à concentração de argila refratária aluminosa (caulinita/gibbsita). Como pode ser observado no mapa 12, as áreas de mineração para extração de argilas estão associadas às áreas úmidas. Soares (2008) destaca a importância que as camadas argilosas dos topos e a paleoturfa representam para a recarga do aquífero freático e para a filtragem da água.

Já o mapa 13 mostra a localização e as diferentes fases de tramitação dos processos de licenciamento das atividades de mineração, que abrangem desde a etapa de autorização para pesquisa mineral até a etapa de concessão de lavra, fase final para permitir a extração mineral.





Mapa 12: Áreas de mineração por substâncias minerais.



Mapa 13: Áreas de mineração por fases de tramitação dos processos.

A porção mais expressiva dos requerimentos em áreas úmidas encontra-se na área de nascente do rio Uberabinha, no divisor de águas desta bacia com as bacias do rio Claro e do ribeirão Rocinha, que também são afluentes do rio Araguari. A maioria das áreas foi requerida para a exploração de argila (Quadro 06).

<b>Substância</b>	<b>Área em Ha</b>	<b>Área em Km<sup>2</sup></b>	<b>Percentual</b>
Argila	30113,25	301,13	68,49
Argila Refratária	10753	107,53	24,46
Calcário	1831	18,31	4,16
Diamante	1000	10	2,27
Cascalho	125	1,25	0,28
Água Mineral	97,6	0,976	0,22
Basalto	50	0,5	0,11

Quadro 06: Áreas dos diversos processos de tramitação por substância mineral.

Elab.: Borges, F. A., 2011

Observa-se no quadro 07, referente aos requerimentos, que a área total para exploração mineral é de 439,69 km<sup>2</sup> com 63 títulos de mineração, dos quais 23 encontram-se em fase de concessão de lavra, 31 em fase de autorização de pesquisa, 4 em fase de requerimento de lavra, 3 em Licenciamento, 2 em disponibilidade. A área em concessão de lavra é de 142,70 km<sup>2</sup>, autorização de pesquisa somou 283,52 km<sup>2</sup>.

<b>Fase</b>	<b>Área em Ha</b>	<b>Área em Km<sup>2</sup></b>	<b>Percentual</b>
Autorização de Pesquisa	26381,52	263,81	60,00
Concessão de Lavra	14270,08	142,70	32,45

Requerimento de Lavra	1995,00	18,31	4,54
Disponibilidade	1198,00	10	2,72
Licenciamento	125,25	1,25	0,28

Quadro 07: Áreas requeridas para mineração por fase de tramitação dos processos.

Elab.: Borges, F. A., 2011

A extração mineral, em função da irreversibilidade no processo de reabilitação das áreas onde são formadas as cavas de exploração, não permite o uso da área em outros processos produtivos e nem para a conservação ou preservação ambiental.

Dentre os impactos ambientais com relação à atividade de mineração, estão a redução de locais para a migração das aves, redução de vegetação nativa, importante para a biota, contaminação da água por defensivos agrícolas, redução da disponibilidade de água por drenagem das áreas de exploração e pelo aumento da evaporação nas cavas de exploração.

No processo de extração mineral, a camada de solo orgânico e vegetação que não tem interesse econômico para a atividade de extração mineral é retirada e colocada em pilhas de rejeito, também denominado “bota fora”. A foto 12 mostra uma área de rejeito.





Foto 12: Rejeito de exploração da extração de argila.

Autor: Borges, F. A., 2011

Após a retirada da camada superficial, que constitui o rejeito, inicia-se o processo de extração da substância mineral, onde há a formação das cavas de exploração que são preenchidas com água da zona saturada freática. As fotos 13 e 14 mostram lagoas formadas a partir de cavas de exploração e interceptação do lençol freático.



Foto 13: Lagoa formada (exposição da zona freática) por cava de exploração.

Autor: Borges, F. A., 2011.



Foto 14: Exposição da zona freática por cava de exploração.

Autor: Borges, F. A., 2011.

A argila extraída das cavas é amontoada para o processo de secagem antes de serem transportadas e processadas. A foto 15 mostra um local de amontoado de argila refratária extraída de cavas de exploração.



Foto 15: Depósito de argila para secagem.

Autor: Borges, F. A., 2011.

Embora as áreas de extração de substâncias minerais ainda encontrem-se ocupando ativamente uma área relativamente pequena, o grande número de processos em tramitação é preocupante, pois representa 35,06% de toda a área de estudo. Além disso, pode concorrer para a incidência de impactos ambientais graves quando associado a consequências de outros tipos de uso do solo como a aplicação de defensivos agrícolas em plantações de grãos e cana no entorno dessas áreas.

## **CAPÍTULO 6**



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia utilizada para a digitalização das fotografias aéreas se mostrou satisfatória, sendo efetivamente importante para o georreferenciamento e o processamento digital de imagens de maneira bastante eficaz.

A disponibilidade de fotografias aéreas de 1964 contribui de forma incisiva para a caracterização da área de estudo naquela época. O mapeamento da vegetação por meio dessas fotografias permitiu observar como era a ocupação da vegetação em 1964, o que constitui um aspecto muito importante para o registro histórico da área da bacia do rio Uberabinha. Permitiu também fazer uma correlação temporal possibilitada a partir da comparação com as imagens de satélite.

As imagens RapidEye datadas de 2009 foram fundamentais para a realização do mapeamento de APP em função, principalmente, da qualidade da resposta da variação espectral das bandas e da resolução espacial, que possibilita o trabalho de mapeamento com APP.

A correlação entre os mapeamentos possibilitou identificar e caracterizar os locais onde as intervenções inadequadas foram mais intensas, com a supressão de APP e de áreas úmidas.

Percebe-se que as áreas ocupadas por vegetação de cerrado visualizada nas fotografias de 1964 cederam lugar aos processos produtivos especialmente da agricultura de culturas de colheita temporária como a soja, o milho, e menos intensamente, a cana-de-açúcar. A pastagem se destaca em segundo plano, seguida pelas florestas homogêneas que atualmente estão sofrendo um declínio na quantidade de áreas.

Um dos grandes impactos ocorridos em APP está relacionado ao limite entre áreas que devem ser preservadas e áreas incorporadas às atividades produtivas. Na bacia do ribeirão Bom Jardim é comum encontrar áreas agrícolas que fazem divisa com a área úmida. Foi observado em alguns locais que as partes mais externas das áreas úmidas, que estão recobertas por vegetação rala, predominantemente por ciperáceas, são utilizadas, às vezes, por proprietários rurais erroneamente como se fosse o limite da APP.

A supressão de áreas úmidas e de APP representa um grande desafio para a gestão ambiental. A redução dessas áreas contribui definitivamente para a diminuição da vazão dos cursos d'água que abastecem a cidade de Uberlândia, bem como para a diminuição da qualidade da água. Além disso, impactos na fauna e flora são desencadeados em função dessas transformações, o que culmina numa situação de desequilíbrio ambiental.

O respaldo da legislação ambiental é muito importante para definir limitações de uso particular das terras rurais. Entretanto, as alterações que devem ser feitas em documentos legais, ou criação de novos, deve ocorrer de maneira a tornar mais eficaz e contínua a sua aplicação. Ao contrário do que está em tramitação com a alteração do Novo Código Florestal.

A pesquisa realizada pode auxiliar trabalhos de gestão e ordenamento, não só ambiental, que vislumbrem a tomada de decisões no tocante a sustentabilidade.

Pela própria importância que a bacia do rio Uberabinha representa para a cidade de Uberlândia, é necessário que a água captada esteja em níveis de qualidade e quantidade suficientes para o abastecimento público. Para tanto, há a necessidade de conservação das áreas úmidas e APP.

Se as condições de ocupação e uso do solo continuar a invadir áreas de proteção ambiental, a cidade poderá sofrer com a falta e com a baixa qualidade da água, além de reduzir incisivamente as estimativas de disponibilidade hídrica descritas.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. **Províncias Geológicas e Domínios Morfo-climáticos no Brasil.**

São Paulo: IGEOG/USP, 1970. 26p.

\_\_\_\_\_. Contribuição à Geomorfologia dos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Edgard Blucher, 1971. p. 97-103.

\_\_\_\_\_. **Os Domínios de Natureza no Brasil.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

AHRENS, S. **O “Novo” Código Florestal Brasileiro: Conceitos Jurídicos**

**Fundamentais.** Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/68544074/o-cnovo-codigo-florestal-brasileiro-Sergio-Ahrens>> Acesso em: 13 set. 2011.

ANDREOZZI, S. L. Áreas de Proteção Ambiental no Estado de São Paulo: A Intenção e o Fato. 1999. 110 p. **Dissertação** (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 1999.

\_\_\_\_\_. Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas: Uma Abordagem Pelos Caminhos da Sustentabilidade Sistêmica. 2005. 151 p. **Tese** (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2005.

BACCARO, C. A. D. Estudos Geomorfológicos do Município de Uberlândia.

**Sociedade & Natureza**, Uberlândia, jun. 1989, v.1, n. 1, p. 17-21.

\_\_\_\_\_. As Unidades Geomorfológicas no Triângulo Mineiro. **Sociedade &**

**Natureza**, Uberlândia, jan/dez 1991, n. 5 e 6, p. 37-42.

BARCELOS, J. H. Reconstrução Paleogeográfica da Sedimentação do Grupo Bauru Baseada na sua Redefinição Estratigráfica Parcial em Território Paulista e no Estudo Preliminar fora do Estado de São Paulo. 1984. 190 p. **Tese** (Livre Docência) -

Departamento de Geociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, Rio Claro, 1984.

BORROUGH, P. A. **Principles of Geographical Informations Systems for Land Resource Assessment**. Oxford University Press, 1986. 193 p.

BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental**. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.153-192.

BRASIL. Código Florestal. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 set. 1965. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm)> Acesso em: 20 nov. 2009.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente e SISNAMA. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. **Diário**

**Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L6938org.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L6938org.htm)> Acesso em: 20 nov. 2009.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1988. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/225-88.htm>> Acesso em: 20 nov. 2009.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: <[www.aneel.gov.br/cedoc/blei19979433.pdf](http://www.aneel.gov.br/cedoc/blei19979433.pdf)> Acesso em: 14 nov. 2009.

BRASIL. Lei Federal nº 9.605 de 12 de Fevereiro de 1998. Institui a Lei de Crimes Ambientais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 fev. 1998. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/gab/asin/lei.html>> Acesso em: 14 nov. 2009.

CARVALHO, P.G.S. As Veredas e sua Importância no Domínio dos Cerrados. **Informe Agropecuário**, 1991, n. 168: p. 47-54.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 001** de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html)> Acesso em: 11 jun. 2010.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 302** de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o

regime de uso do entorno. Disponível em: < [http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2002\\_Res\\_CONAMA\\_302.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2002_Res_CONAMA_302.pdf)> Acesso em: 25 mar. 2010.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 303** de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/resolucoes/2002\\_Res\\_CONAMA\\_303.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/resolucoes/2002_Res_CONAMA_303.pdf)> Acesso em: 25 mar. 2010.

COSTA , F. P. M. Utilização de Sistemas de Informação Geográfica na Identificação de Áreas Vulneráveis à Contaminação do Lençol Freático: O Caso da Bacia do Alto e Médio Curso do Rio Uberabinha - MG. 2008. 136 p. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

COSTA, F. P. M; DUARTE, W. O e NISHIYAMA, L. Mapa das Permeabilidades dos Solos da Bacia do Rio Uberabinha Elaborado a partir de Ensaio in Situ. In: 6º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 2007, Uberlândia - MG. **Anais...** 2007.

COSTA, F. P. M; NISHIYAMA, L. Utilização do Permeâmetro Guelph e Penetrômetro de Impacto em Estudos de Uso e Ocupação dos Solos em Bacias Hidrográficas. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, dez. 2008, v.1, n.24, p.131-143.

COUTINHO, L. M. O Conceito de Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, 1978, v. 1, n.1, p. 17-23.

CRÓSTA, Á. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1992. 170 p.

DEL GROSSI, S. R. De Uberabinha a Uberlândia: Os Caminhos da Natureza - Contribuição ao estudo da Geomorfologia Urbana. 1991. 208 p. **Tese** (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto. **Consumo de Água em Uberlândia**. Disponível em: <<http://uberlandia.mg.gov.br>>. Acesso em: 17 ago. 2010.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **SIGMINE - Informações Geográficas de Mineração**. Disponível em: <<http://sigmine.dnpm.gov.br/>>. Acesso em: 27 abr. 2010.

DUARTE, W. O.; BRITO, J. L. S. Análise Temporal do Uso da Terra e Cobertura Vegetal do Alto Curso do Rio Uberabinha Utilizando Imagens do Satélite CBERS 2. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia - GO. **Anais...** 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de Média Intensidade dos Solos e Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras do Triângulo Mineiro**. SNLS - Serviço Nacional de Levantamentos e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, 1982.

\_\_\_\_\_. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. CNPS - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 2006.



FELTRAN FILHO, A. A Estruturação das Paisagens nas Chapadas do Oeste Mineiro, 1997. 252 p. **Tese** (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

GUERRA, A. J. T. **Dicionário Geológico - Geomorfológico**. 6 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. 448 p.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192 p.

HASENACK, H.; WEBER, E.; VALDAMERI, R. Análise de Vulnerabilidade de um Parque Urbano Através de Módulos de Apoio à Decisão em Sistemas de Informação Geográfica. In: GIS BRASIL - IV CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, 1998, Curitiba - PR. **Anais...** 1998.

HASUI, Y.; A Formação Uberaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1968, Belo Horizonte. **Anais...** 1968. p. 167-179.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidades/default.php>> Acesso em: 27 nov. 2010.

\_\_\_\_\_. **Cidades**. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidades/default.php>> Acesso em: 18 out. 2011.

\_\_\_\_\_. **Ortofotos da Bacia do Rio Uberabinha.** Disponível em:  
<<http://ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 de mar. 2009.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. **Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP nº45** de 25 de setembro de 2007. Define Critérios sobre Áreas Úmidas e seus Entornos Protetivos. Disponível em: <<http://www.enepea.ufpr.br/>> Acesso em: 13 set. 2009.

INAU – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas. **Áreas Úmidas.** Disponível em: <<http://www.inau.org.br/homepage.php>> Acesso em: 16 jun. 2011.

JACOMINE, P. K. T. **A Nova Versão do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCs )**. Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. 16 p.  
Disponível em: <[www.cnps.embrapa.br/sibcs/download/ata10.pdf](http://www.cnps.embrapa.br/sibcs/download/ata10.pdf)> Acesso em 13 set. 2009.

LANNA, A. **Introdução ao Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: Aspectos Conceituais e Metodológicos.** Brasília: IBAMA, 1995. 632 p.

MENDES, P. C. Gênese e Estrutura Espacial das Chuvas na Cidade de Uberlândia – MG. 2001. 258 p. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

MIGUEZ, J. D. G. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: A Proposta e As Perspectivas Brasileiras. In: SUSTENTABILIDADE NA GERAÇÃO E USO DE ENERGIA NO BRASIL: Os Próximos Vinte Anos, 2002, Campinas - SP. **Anais...** 2002.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Programa de Integração Nacional: Levantamento de Recursos Naturais**. VI. 31. Rio de Janeiro, 1983, FOLHA SE' – 22, Goiânia, 1:1.000.000. 768 p.

NASCIMENTO, M. C. do; SOARES, V. P. Uso do Geoprocessamento na Identificação de Conflito de Uso da Terra em Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, 2005, v. 15, n. 2, p. 207-220.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Brasília: SUPREN/IBGE, 1979. 422 p.

NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, jun. 1989, v. 1, n. 1, p. 09-16.

\_\_\_\_\_. Procedimentos de Mapeamento Geotécnico como Base para Análises e Avaliações Ambientais do Meio Físico, em Escala 1/100.000, Aplicados ao Município de Uberlândia – MG. 1998. 363 p. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

\_\_\_\_\_. Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Araguari e na Sua Área de Influência Direta do Lago da Usina Hidrelétrica de Miranda no Rio Araguari e Seus Enquadramentos em Classes Segundo os Seus Preponderantes. 2006. 26 p. **Projeto de Pesquisa** - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

\_\_\_\_\_. **Importância das Áreas Úmidas (Veredas e Murundus) para a Manutenção do Equilíbrio Hídrico da Bacia do Rio Uberabinha.** 2008 (não publicado).

OLIVEIRA, M. Z.; VERONEZ, M.R.; THUM A. B.; REINHARDT, A. O.; BARETTA, L.; VALLES, T.H.A.; ZARDO, D. 2007. SILVEIRA, L.K. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente: Um Estudo de Caso Através de Imagem de Satélite de Alta Resolução Associada a Um Sistema De Informação Geográfica (SIG). In: 13º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 4119-4128.

PESSÔA, V. L. Características da Modernização da Agricultura e do Desenvolvimento Rural em Uberlândia. 1982. 164 p. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 1982.

QUEIROZ, A. T. de. **Eventos Pluviométricos Concentrados no Espaço Urbano: Bacia do Córrego das Tabocas em Uberlândia - MG.** 62 p. Monografia (em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais.** Folha SE – 22, Goiânia, Rio de Janeiro, v.31, 1983.

CONVENÇÃO DE RAMSAR - **Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional.** Tratado Intergovernamental assinado em 1972, Ramsar – Irã, em vigor desde 1975. Disponível em: <<http://portal.icnb.pt/ICNPortal/vPT2007/O+ICNB/>>

Envolvimento+Internacional/Conven% C3%A7%C3%A3o+de+Ramsar> Acesso em: 21 mar. 2009.

RESENDE, I. L. de. M.; ARAÚJO, G. M. de.; OLIVEIRA, A. P. de. A.; ÁVILA JÚNIOR, R. S. A Comunidade Vegetal e as Características Abióticas de um Campo de Murundu em Uberlândia, MG. **Acta Botânica Brasileira**, Uberlândia, 2004, v. 18, n. 1, p. 9-17.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In: SANO, S.; ALMEIDA, A. P. (Org.). Cerrado, Ambiente e Flora. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1998. p.89-166.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5 ed. Uberlândia: EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2003. 222 p.

\_\_\_\_\_. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6 ed. Uberlândia: EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2007. 248 p.

ROSA, R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem Preliminar das Condições Climáticas de Uberlândia-MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, jan. 1991, v.3, n.5/6, p. 91-108.

ROSS, J. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990. 88 p.

SANO, S. M.; Almeida, S. P. de.; Ribeiro, J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 406 p.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SCHNEIDER, M de O.; SILVA, D. B da. Estrutura Pedológica e Dinâmica do Covoal do Córrego da Fortaleza. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, jan./dez. 1991, n. 5 e 6, p. 75 - 89.

SCHNEIDER, M. O. Bacia do Rio Uberabinha: Uso Agrícola do Solo e Meio Ambiente. 1996. 157 p. **Tese** (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SHIMIZU, W. A. Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio no Rio Uberabinha: Um estudo da Poluição Orgânica Biodegradável. Uberlândia. 2000. 67 p. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2000.

SILVA, E. M. da; ASSUNÇÃO, W. L. O Clima na Cidade de Uberlândia – MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, jun. 2004, v.16, n. 30, p. 91-107.

SILVA, J. X. da; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento & Análise Ambiental: Aplicações**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 368 p.

SILVA, T. **Diagnóstico Ambiental na Área da Bacia Hidrográfica do Rio Uberabinha – MG, na Porção à Montante da Cidade de Uberlândia, com Ênfase nas Áreas de Preservação Permanente (APPs)**. 99 p. Monografia (em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

SOARES, A. M. A Bacia do Rio Claro: Reflexos da Ocupação Antrópica. 2002.

**Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

\_\_\_\_\_. A Dinâmica Hidrológica na Bacia do Alto Uberabinha. 2008. 227 p.

**Tese** (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

TEIXEIRA, A. L. A.; MORETTI, E.; CHISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1992. 70 p.